

C E M E N T

AND

CEMENT MANUFACTURE

THE INTERNATIONAL FOUR-LANGUAGE CEMENT JOURNAL

MANAGING EDITOR: H. L. CHILDE. CONSULTING TECHNICAL EDITOR: S. G. S. PANISSET.

ENGLISH SECTION

PUBLISHED BY CONCRETE PUBLICATIONS LIMITED,

20, DARTMOUTH STREET, WESTMINSTER, LONDON, S.W.1, ENGLAND.

Published on the 20th of each Month. Price 2s. a copy. Annual Subscription 24s. post free.

PARTIE FRANCAISE	..	..	..	PAGE 429
DEUTSCHER TEIL	..	..	..	SEITE 459
SECCIÓN ESPAÑOLA	..	..	..	PÁG 489

Mill Temperature and the Setting Time of Cements.

By V. M. ANŽLOVAR.

UNDER a similar title to the above, I attempted over a year ago, in the German periodical "Zement," to explain my views regarding the considerable influence of mill temperature on the setting time of cement. This was attributed to the effect of the excessively high mill temperature in extracting water from the $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ added to the clinker, which may lead to the phenomenon generally known as "false set."

"False-setting" cements are characterised by a rapid initial set as shown by the Vicat needle, especially when mixing has been insufficient. When the time of mixing has been adequate, or when, after the apparent (false) initial set, the cement is again mixed without further addition of water, setting will proceed slowly and regularly. Cements subject to false set are distinguished from quick-setting cements by the fact that the rapid initial set is followed by an almost normal final setting time, while in spite of the apparently rapid initial set no excessive heat is evolved.

The article concluded with the opinion that the $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ is apparently so extensively dehydrated owing to the high mill temperature, combined with the thorough grinding, that on mixing the cement the resulting anhydrite absorbs the mixing water, regenerating the hemihydrate or dihydrate. The water essential to the setting of the cement is thus removed, and the result is a rapid

false set. This rapid set becomes normal when the mixing is sufficiently prolonged to enable the anhydrite to form hemi- or di-hydrate, and thus allow these compounds to exert their effect on the reaction.

In the January, 1930, number of CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, Professor Desch puts forward his views on the mechanism of the setting and hardening of Portland cement. According to him the cement particles, on hydrolysis, are surrounded by a colloidal layer. In time crystals are formed in this colloid, and hardening is due partly to this crystal formation and partly to the drying out of the colloid, which forms a glassy mass cementing the particles together. The hydrolysis of cement in water proceeds in stages. Part of the lime is dissolved out as $\text{Ca}(\text{OH})_2$, and low-lime silicates and aluminates remain; finally, the cement particles are surrounded by a gelatinous mass of silica and alumina. As the water evaporates the lime solution becomes more concentrated and partially recombines with the acid ingredients to form crystalline compounds. It is not possible to represent these reactions by equations.

In the present author's view the too rapid solution of the cement particles (hydrolysis) leads to premature initial set, and it is the function of gypsum to retard this hydrolysis. It does this by introducing definite concentrations of Ca and SO_4 ions to the mixing water.

Since anhydrite is more difficult to dissolve in water than the hydrates of CaSO_4 , it produces the necessary concentrations of the Ca and SO_4 ions too slowly to delay the hydrolysis. On the contrary, the rate of hydrolysis of the calcium compounds is increased as a result of the heat set free by the regeneration of gypsum; initial set accordingly takes place more rapidly than ever, and the result is a quick setting cement.

To my mind the speed of hydrolysis of the lime compounds of the cement is the only factor controlling the setting process. The slower the necessary concentration of Ca and SO_4 ions in the mixing water, the more rapid the hydrolysis. In grinding cement clinker, therefore, the setting time is regulated by adding that sulphate of calcium which is sufficiently rapidly soluble to exert its effect some time before the hydrolysis of the lime compounds can proceed. Of the three forms of CaSO_4 , anhydrite is the least suited to this purpose. It can scarcely be doubted, however, that anhydrite is formed as a result of the temperature attained in the mill.

In the February, 1930, number of CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, is an article by D. K. Mehta on the "false set" of Portland cement, in which he objects to the conclusions of two articles in the 1929 volume of the same periodical, that "false set" is to be attributed to a high mill temperature. In support of his views, Mehta instances his experience in India, where he has often found the cement leaving the grinding mill at 140 deg. C. At first this temperature gave rise to a cement showing "false set," but at a later date cement was produced having a normal set in spite of its leaving the mill at 140 deg. C. Mehta, therefore, logically blames not the mill temperature alone, but also the incorrect burning of the clinker. He finds that by improving the burning, i.e., by arranging for the clinker to remain a longer time in the clinkering zone, a clinker is obtained which in spite of the high mill temperature is not unduly quick setting. Full reliance can be placed upon this observation, which my own experience confirms: but I believe that the correct explanation lies in the assumption that the longer and more intensive burning gives rise to lime compounds which are not so readily hydrolysed as those formed on moderate burning of too short duration. The consequence is that the anhydrite

(which is formed at the high mill temperature), has time enough before hydrolysis commences to dissolve sufficiently to attain the ionic concentration necessary for retarding this reaction.

Mehta describes yet another phenomenon. With certain cements the Vicat needle showed initial set to have occurred within 10 to 15 minutes. Later, however, the needle again completely penetrated the sample, and after 70-100 minutes a normal initial set ensued. The author is unable to confirm this observation.

In the April, 1930, number of CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, Mr. Frederick Whitworth of Brussels stated the following conclusions regarding the "false set" of cement. "The so-called false set is due to a portion of the gypsum setting separately, the cement itself continuing a normal set." This author goes on to say, "It would also appear that cements possessing this false set have nevertheless sufficient SO_3 in solution to retard the setting of the cement proper." This statement appears to suggest that the retardation of setting depends solely on the SO_3 dissolved in the mixing water, which does not altogether agree with the author's views.

In "Zement," No. 20, 1930, there appeared an account of Konyanagi's work in Japan. Konyanagi, working upon the same assumption as myself that the production of a quick-setting cement is often due to too high a mill temperature, carried out a number of experiments which led him to the following conclusions. With high mill temperatures, the quantity of added gypsum is the only factor that affects the setting time, and a gypsum content corresponding to 0.9-1.2 per cent. SO_3 calculated on the cement always gives normal setting cement, even though the mill temperature may have reached 180 deg. C. With high mill temperatures greater proportions of gypsum result in quick setting cements. As a result of this work Konyanagi regulated the gypsum additions in his works so that the SO_3 content of the cement never exceeded 1.0 per cent., and he was never afterwards troubled with quick set. He writes: "We learn from these experiments that the setting time of cement is reduced by increasing the temperature to which it is heated. If, however, the gypsum content remains below 1.2 per cent., the product will never be converted into a quick-setting cement."

It is well known that for each variety of gypsum there is a particular value at which it suddenly begins to exert its action as a retarder, but below which it is almost without effect. Further, if the proportion of gypsum is increased above the said value the excess has only a slightly greater effect than this optimum quantity. Thus in the case of a gypsum for which the optimum value is 2 per cent., the setting time is very little longer with a 5 per cent. addition than with 2 per cent. In practice, however, cases frequently occur in which 4 per cent. of gypsum (dihydrate) is actually used when the presence of 3 per cent. would be denied.

We must now consider an observation which directly contradicts Konyanagi's assertion that the best quantity of gypsum to use corresponds to 0.9-1.2 per cent. SO_3 . I have frequently found, both on the works and in the laboratory, that while cements ground with this quantity of gypsum are undoubtedly of normal setting time when freshly ground, after some two months they have without exception become quick-setting.

The explanation of this and of many other contradictory observations is almost certainly to be found in the fact that investigators omit to describe adequately the material used as the basis of their researches. It is well known

that modern Portland cements differ considerably in composition. Schoch has stated in his book "Zement, Kalk, Gyps," (page 343), that 80 cements analysed in a single laboratory differed in percentage chemical composition between the following extremes:

	Maximum	Minimum
SiO ₂	24.0	16.0
Al ₂ O ₃	8.1	4.4
CaO	67.1	59.5

It seems obvious that cements of such different composition will differ in their behaviour, and it is obviously essential clearly to define the composition of any such material used in research work. Otherwise the results obtained are only relative, and generally valid conclusions cannot be drawn.

Notes from Abroad.

Australian Cement Consumption.

Since 1928 the Australian cement trade has declined and production decreased although plant capacities have in some cases been extended. Construction activities during the past year have been scarcely more than 20 per cent. of normal; State governments and municipalities have not the funds for road construction, and building is confined principally to the completion of projects commenced early in 1930. The importation of Portland cement was entirely prohibited in April, 1930, but this has had little effect on production. Several of the large plants have shut down or curtailed their operations on account of large stocks on hand. There has been some complaint because road materials have been imported for purposes for which cement would have been used.

Production declined from 704,300 tons in 1928-29 to 624,500 tons in 1929-30. The estimated total capacity of the Australian cement industry is 1,180,000 tons; thus factories were working at just over half their capacity.

Reduction in Price of Belgian Cement.

The Union des Cimenteries has reduced the published home sales price by 10 francs. Portland cement ex-works is now quoted at 170 francs (19s. 5d.) per ton. The February export price per barrel of 180 kilos f.o.b. Antwerp was 5s. 3d. to 5s. 10d. as compared with 5s. 6d. to 6s. for January.

Canadian Cement Production.

Smaller construction activities in 1930 reduced the consumption of Portland cement, although prices were relatively well maintained. The prospects for a somewhat larger demand in 1931 are good, as there are several large construction projects under way which will require large quantities of cement, although it is probable that fewer schemes of such magnitude will be initiated in 1931 and 1932. Opinion appears to be that engineering and industrial construction in 1931 will compare favourably with that of 1930, while residential and office building work may barely hold its own.

Chilian Rapid-hardening Cement.

The Melon Cement Company is manufacturing a rapid-hardening cement under the name "Cemento Especial" and it is marketed in paper bags of 40 kilos.

New Works for the Green Island Cement Co., Ltd., Hong-Kong.

By HENRY POOLEY, Jun., B.Sc., Assoc.M.Inst.C.E., M.I.Mech.E.

THE Green Island Cement Company has manufactured cement in the Crown Colony of Hong-Kong since 1899 and in Macao since 1889. Originally burning took place in Aalborg kilns, but these were augmented in 1905 by the installation of four dry-process rotary kilns, each 87 ft. long, in Hong-Kong. Previous to 1923 there were twelve Aalborg-type kilns in the Hong-Kong works which produced rather more than one thousand tons of clinker per week, while another thousand tons were obtained from the four rotaries. In 1923 two of the Aalborg kilns were converted into automatic shaft kilns with moving grates, and some additional machinery was installed to cope with the raw material grinding and briquetting. The automatic kilns did not prove an unqualified success chiefly because the only fuel available contained rather too much volatile matter to ensure perfect control of the position of the firing zone in the kilns. In 1924 it was decided to instal an entirely new plant operating on the wet process, and in 1925 the old Aalborg kilns and grinding, briquetting, and drying machinery were taken down and the site prepared for the reception of the new plant. The mechanical parts of the automatic shaft kilns were consigned to the Macao works, which was made more up-to-date by the installation of two new automatic shaft kilns. The Macao works, which supplies a local Chinese trade in the district of Canton, now consists of four automatic shaft kilns with a modern raw material grinding and briquetting plant.

At this time, however, there was a serious trade boycott and strike in Hong-Kong and it was decided to postpone the erection of the new works. It was not until 1929 that the Green Island Cement Company finally decided to go ahead with the new plant. After extensive preliminary work, in the autumn of 1929 an order was placed with Vickers-Armstrongs for a complete two-unit wet-process rotary plant, with a guaranteed minimum output of cement of 102,000 tons per annum. In the summer of 1930 work was commenced both with foundations on the site and the manufacture of the plant in England.

The lay-out of the works presented some difficulty as the machinery had to be fitted into the site originally occupied by the old Aalborg plant while allowing room for extension to at least twice the new output. At the same time the output from the existing works had to be carried on without interruption. As will be seen from the accompanying plan (Fig. 1), this has been successfully accomplished, and at the moment of writing (January, 1931) the old rotary plant is in full operation while the erection of the new plant is proceeding apace.

As there is no limestone or other suitable calcareous material available in the Colony of Hong-Kong, this material is imported from Canton or elsewhere and is brought alongside the Company's wharf in junks. An aerial ropeway conveys the stone to the limestone dump, where large stocks must necessarily be carried. Previously the stone was handled to the works by hand-loading into small trucks which were hand-pushed to the crushers. For the new plant a Ruston-Bucyrus digger on a caterpillar track has been purchased which will load the stone, run-of-quarry size and sometimes up to 2 ft. by 1 ft. by 1 ft., into 5-ton "Phoenix" side-tipping wagons. The wagons will be taken by a Peckett steam locomotive to the crusher-feed hoppers, where there will be a pneumatic tipping hoist to discharge the contents of the trucks into the hoppers.

The stone is fed to three crushers by finger feeders. The crushers are 30 in. by 18 in., of the swinging jaw type. From the crushers the stone falls on to 20-in. troughed inclined belt conveyors at 104 ft. centres which discharge it into the secondary 36 in. by 36 in. diameter crushing rolls, where it is reduced to $\frac{1}{2}$ -in. size and under. From the rolls, the crushed stone falls on to a 30-in. troughed conveyor, and is then elevated to a second conveyor running over three reinforced concrete bunkers into any one of which it can be discharged. The elevator has 24-in. buckets and is duplicated. Each bunker contains about 200 tons of untrimmed limestone. Alongside the limestone bunkers are sand hoppers holding about 30 tons of sand per hopper; the use of sand in the raw mix is necessary to adjust the silica ratio. The sand store is conveniently placed, and the sand is transported to the bunkers by a separate elevator and conveyor. Feed tables 54-in. diameter for limestone and 36-in. diameter tables for sand discharge these materials into the mills.

Clay will be procured some distance from the works at Deep Bay, an inlet on the far side of Castle Peak from Kowloon. The clay beds are very extensive and uniform in quality. The excavation will be carried out by a floating grab crane which will discharge into lighters. On the works wharf a locomotive crane and grab have been erected to take clay from barges alongside the wharf and discharge it either direct to the washmills or to a storage dump. Two washmills have been provided, each 14 ft. diameter, and one of these is of sufficient capacity to produce clay slurry for output on a sixty hour per week basis. In the clay pump-house near the washmills there are three 8-in. three-throw plunger pumps, all direct-coupled to motors and interchangeable. The pumps will pump either clay slurry or water to the clay storage tanks or water tank respectively. The clay storage tank will be seen on reference to the plan, and a small clay feed tank is situated on top of the main storage tank. The clay slurry will be fed direct to the small feed tank from the washmills when the latter are running, the overflow falling into the main tank. When the washmills are not in operation a two-throw 6 in. diameter plunger pump situated in the slurry pump house will be brought into operation to pump clay slurry from the main storage tank to the feed tank. From the feed tank a pipe will lead clay slurry direct to the raw mills.

The decision to use plunger type pumps for both clay and ordinary slurry was reached after mature deliberation. Air lift and centrifugal pumps were considered, but it was arranged to employ only the simplest form of machinery as the factory is so far from home. Centrifugal pumps were favourably considered for clay slurry, but were finally ruled out owing to the question of interchangeability of parts; the pump will have to handle water, and if of the centrifugal type would need to be placed at an inconveniently low level.

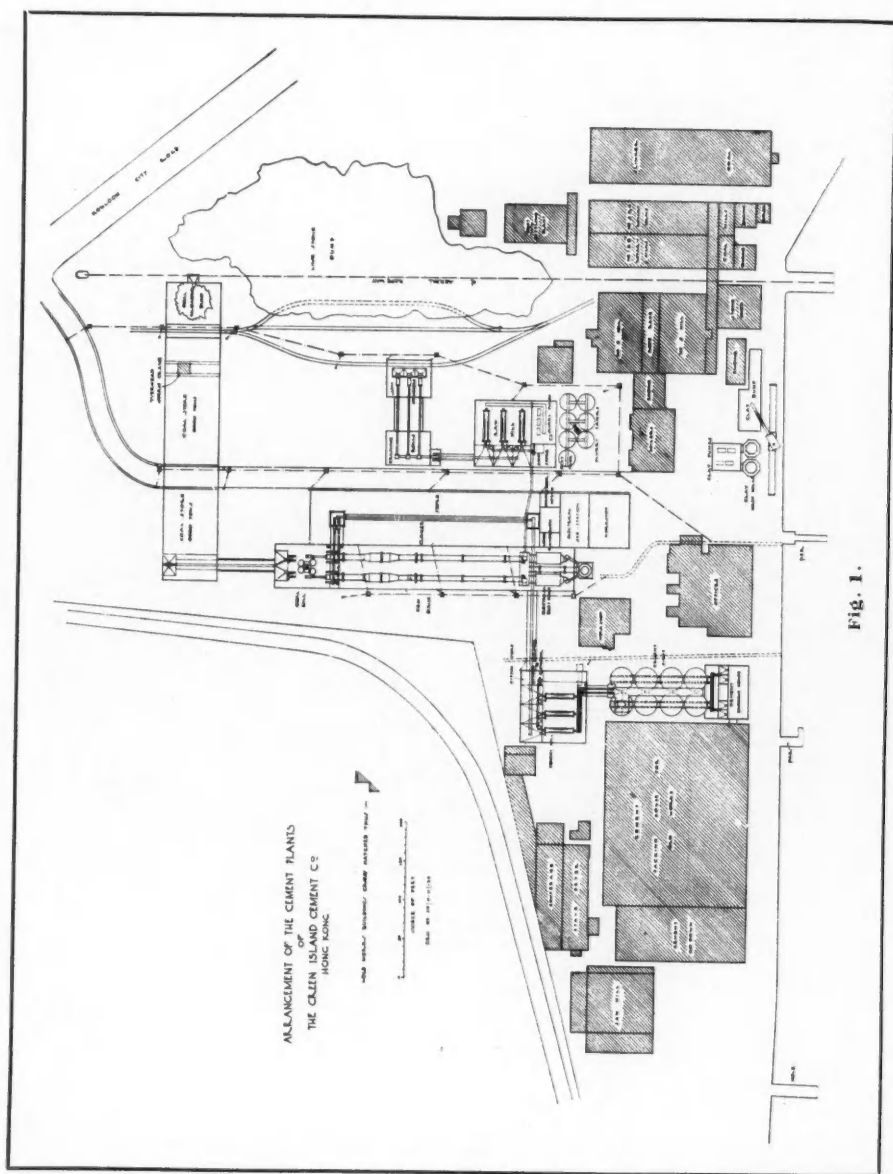
There are three raw-grinding compound mills each 6 ft. 6 in. diameter and 40 ft. long. The first chamber has a cast steel stepped lining and a charge of nearly nine tons of 5 in. and 4 in. 0.8 carbon steel balls. The intermediate compartment is provided with a plain lining and about $9\frac{1}{2}$ tons of 3 in. and 2 in. balls. The final compartment is "Sillex" lined and the grinding medium consists of $22\frac{1}{2}$ tons of 1 in. and $\frac{3}{4}$ in. Cylpebs. Each mill is driven by a 450 h.p. direct-coupled motor through reduction gear, pinion and girth gear. Two of these mills will grind sufficient slurry for the required 144-hour week output to a fineness of 5 per cent. residue on the 180 by 180 sieve. The slurry is pumped by three-throw 8 in. diameter by 16 in. stroke plunger pumps to one of six concrete slurry tanks, each 34 ft. high and 21 ft. 6 in. inside diameter and holding 400 tons of slurry. Air agitation is to be used, and each tank is

provided with twenty $\frac{3}{4}$ -in. air pipes which branch out from a main running overhead and dip into the tanks. Agitation is automatically controlled; it acts for a predetermined period in each tank and then switches over to the next. The "Reavell" automatic sequence valve controls the compressed air supply, and two "Reavell" double-acting vertical compressors supply air at a pressure of 40 lbs. per square inch. Economy is effected by the special system adopted in that the air pressure is automatically controlled to suit the depth of slurry in the tanks. Flue dust collected from the Lodge Cottrell plant and kiln flues is returned to the kiln with the slurry.

The two kilns are 240 ft. long by 7 ft. 9 in. diameter. The diameter in the calcining zone is 11 ft. and in the firing zone 9 ft. The cooling recuperator is attached in prolongation to the kiln, making an overall length of 254 ft. The upper 70 ft. of the kiln is furnished with chains to facilitate the drying out of the slurry. The main body of the recuperator is 9 ft. in diameter and 14 ft. long, tapering at the outlet to 8 ft. diameter. Equally pitched around the circumference at the bottom end are ten cast-steel chutes which discharge the partially-cooled clinker into ten mild steel cylinders 3 ft. 6 in. in diameter provided with heat-resisting iron lifters. The clinker travels in the opposite direction towards the upper end of the kiln, and discharges at the outlet on to a 24-in. shaker conveyor. A second shaker has been provided as a standby. The guaranteed output of each kiln is 1,000 tons of clinker per week with a consumption of 23 per cent. of standard coal. It is confidently anticipated that this guarantee will be well exceeded as to output while maintaining a low coal consumption, for a kiln of these dimensions should produce quite 1,200 to 1,300 tons of clinker per week without unduly increasing coal consumption. The kiln gases are discharged into a common brick flue with firebrick lining, and thence into a Lodge Cottrell electrical dust precipitation plant. Two Davidson high-pressure fans exhaust the gases through the two sides of the Lodge Cottrell plant to the base of a common stack. A by-pass flue from the kiln flue direct to the chimney is also provided in case anything should go wrong with the precipitator, or when repairs or cleaning are being effected there. The chimney is of mild steel plates, lined throughout with firebrick, and is self-supporting. The height of the steelwork is 150 ft. and the diameter inside the shell at the top is 10 ft. 9 in. The concrete base upon which the chimney stands is 14 ft. high above the mattress.

The shaker conveyor takes the clinker to crushing rolls, 24 in. diameter and 18 in. wide with fluted rolls, and thence to an 18-in. elevator (a standby elevator being provided) at the end of the clinker store. The clinker discharges from the elevator through a Mather rotating-type automatic weigher to a 20-in. troughed band conveyor running over the whole length of the clinker store. By means of a throw-off carriage, clinker can be discharged at any point in the store. It is reclaimed from the store by a second 20-in. troughed band conveyor running in a tunnel underneath, the clinker being discharged on to this belt through openings in the floor. At the opposite (wharf) end of the store, the clinker is again elevated and conveyed by 24-in. flat band conveyor to reinforced concrete bunkers over the cement mills where it is discharged by means of ploughs.

There are three sets of bunkers for clinker and gypsum, one set to supply each of the three cement mills. Gypsum is handled through a 20-in. by 6-in. crusher and an 8-in. elevator and distributed to the bunkers by band conveyor and plough. The capacity of each clinker bunker is about 200 tons untrimmed, while the gypsum bunkers contain about 35 tons each. Feed tables, 54 in.



diameter for clinker and 36 in. diameter for gypsum, under their respective bunkers, discharge the clinker and gypsum into the mills. The cement mills are of the 3-compartment compound type and are 36 ft. long by 6 ft. 6 in. diameter. The primary compartment is lined with cast-steel stepped plates, and has a charge of $6\frac{1}{2}$ tons of 5 in. and 4 in. 0.8 carbon steel balls. The intermediate compartment is lined with unstepped steel plates and has a charge of eight tons of 3 in. and 2 in. balls. The final compartment is "Silex" lined, and the grinding medium consists of 15 tons of 1 in. and $\frac{3}{4}$ in. Cylpebs. The mills are coupled to 450-h.p. motors through reduction gearing and driven by means of pinion and girth gear. The output from each mill is guaranteed at eight tons per hour of cement to 5 per cent. residue on the 180 by 180 sieve,



Fig. 2.

and 4.75 tons per hour of rapid-hardening cement to 1 per cent. residue. Visco-Beth dust-collecting plant of the bag-filter type is provided in this section, and dust is taken from every point in the system likely to generate dust into the air. From the mills the cement is conveyed by means of a 14-in. diameter screw conveyor to the boot of an elevator. This elevator is 18 in. wide and 55 ft. centres, and feeds a worm conveyor located in a gantry crossing the road. A second elevator, 65 ft. centres, transports the cement to the top of the silos. The cement conveying arrangements from the mills to the silos are duplicated throughout not only to provide standby gear but to operate when both ordinary and rapid-hardening cement are being ground at the same time. On top of the silos, a system of 18-in. diameter worm conveyors transports the cement to any one of the eight reinforced concrete silos. These are 29 ft. 10 in. inside diameter by 87 ft. 6 in. overall height. Seven of them hold 2,150 tons of cement each while the eighth is divided radially into eight smaller

bins, with a stairway running up the centre by means of which samples of cement may be taken at different levels in the bins. The small silos contain about 190 tons each. Two 18-in. worm conveyors run under each row of silos and convey the cement to four packing hoppers in the packing house. The packing house is arranged on two floors with bag packing on the first floor and barrel packing on the ground floor. Bag packing presented some difficulty as the bags used by the Company contain 250 lbs. of cement and are too large to be handled satisfactory by ordinary methods of automatic bag packing. It was finally arranged to provide two sets of platform weighers under each packing hopper, eight in all, with large dials graduated up to 250 lbs. plus the weight of the bag. A man stands between two machines and operates a valve under the hopper which regulates the feed to either. The bag is suitably supported on the platform, but in such a way that the nose of a sack-truck can be inserted underneath. The feed of cement is shut off when

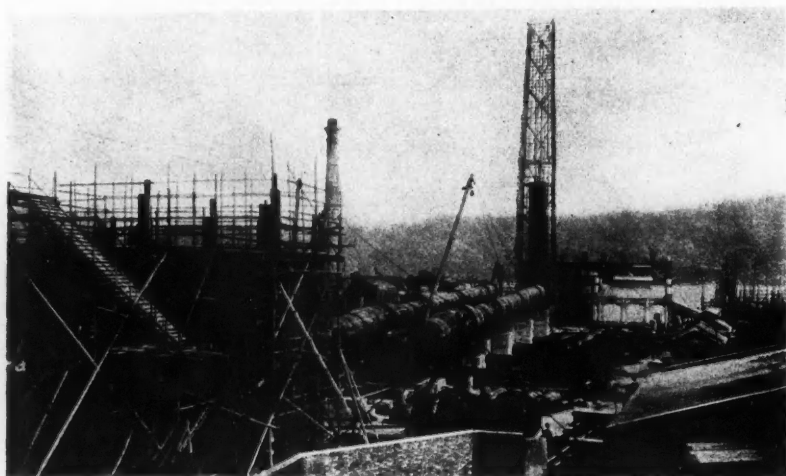


Fig. 3.

the dial indicates the correct weight, when the wheeler removes the sack on his truck. It is anticipated that the operators will quickly become expert in gauging the exact time to shut off the feed, but a separate check-weigher is provided. The bag is sewn and sealed on the same floor and sent down a chute to the ground level whence it is transferred to the *godown* where the packed bags can be stored. Barrels are treated in a similar manner on the ground floor, but in this case a joggling machine is provided for each weigher and there is only one weigher per packing hopper, that is, four in all. The weighing machinery in this section is furnished by Messrs. Henry Pooley and Son, Ltd. In the packing house a Visco-Beth dust collecting plant is installed to collect dust from all places likely to generate cement into the air.

Two kinds of coal for the rotary kilns are mixed in equal proportions. The coal is discharged from the ropeway into the end of the coal store and picked up by a Morris $1\frac{1}{2}$ -ton capacity travelling crane and stored on both sides of the main road, which forms the division between the two kinds of coal. One side of the store is larger than the other, because on that side the high volatile

coal is placed and can only be stacked to a depth of about 8 ft. owing to the danger of spontaneous combustion. A large store is required so that a complete steamer-load of coal may be received at a time and the coal has to be protected from rain. The same crane takes the coal from the store and places it in two concrete hoppers in the far corner from the ropeway. From here it is proportioned by feed tables (48 in. diameter), under the concrete hoppers, and fed to a 20 in. band conveyor in turn feeding one of two concrete storage bunkers over the coal mills, each of 60 tons untrimmed capacity. Coal is fed to the air-swept mills, of which there are two, one being sufficient for two kilns. The mills are 7 ft. 3 in. diameter and 7 ft. 10 in. long, provided with hot-air piping, cyclones, etc. Hot air is drawn from the lower end of the kiln and sucked through the mills. It passes on through the cyclones and thence to the coal-firing fan when it re-enters the kiln with the pulverised coal. The capacity of each mill is 4.25 tons per hour, with a maximum moisture content of 10 per cent. in the coal fed to the mills. The ground coal is elevated to two steel coal feed hoppers, each of ten tons untrimmed capacity, and thence by double worm extraction gear to two high-pressure fans which blow the powdered coal into the kilns.

In a locality so far from home it is important to have a fully-equipped repair shop. This consists of a 10½-in. centre lathe, 5-ft. radial drilling machine, a slotting machine, a power hack-saw, 4-in. pipe-screwing machine, 8 ft. planing machine, a sensitive drill, a shaping machine, 2-cwt. pneumatic hammer, grinders, sandstone, etc., and from the existing plant three other lathes will be transferred, one double-gear, one screw-cutting, and one surfacing. In addition, an acetylene-welding plant and pneumatic rivetter are provided, together with all erection tackle such as jacks, blocks, winches, and the like.

Power will be purchased from the China Light & Power Co., Ltd., whose station is adjacent to the works. Electricity will be led into the works transformer house at 6,600 volts, 3-phase, 50 cycle. For the large motors of 200 h.p. and over the current is transformed to 2,200 volts, while for all smaller motors it is transformed down to 350 volts. The motors, switchgear, transformers, and so forth are provided by Metropolitan-Vickers, Ltd., who are also installing the works lighting system.

In a far distant place like Hong-Kong it is necessary both to carry a fair-sized stock of spare parts and to standardise such items as conveyors, elevators, drives, and the like, as much as possible. Very careful thought has been given to the problem, and throughout the works whenever possible parts have been standardised, even if it has meant slightly increasing or decreasing some dimension, such as the width of a conveyor belt or the size of an elevator. For the same reasons the aim throughout the designing of the works has been simplicity, bearing in mind the latest modern practice. The question of pumping has been mentioned as an instance, and whenever there have been one or more alternatives to consider of almost equal merit the simplest arrangement has been chosen consistent with the latest developments and economic running. Fig. 2 is a view from the limestone dump looking towards the kilns; the crushers have been erected in the pit in the foreground. Fig. 3 is a view from behind the coal mill looking towards the firing platform; on the extreme right the commencement of the scaffolding for the cement silos may be seen. Both these photographs were taken in January, 1931.

[* It is hoped to present a further article upon this new works in the near future, after it has been running for a while, indicating the actual results obtained during operation. Mr. Henry Pooley, the author of this article, is consulting engineer to the Green Island Cement Co., Ltd., and is responsible for the plant.]

Relations between Burning Practice and the Main Components of the Raw Meal —Lime, Silica and Alumina.

By O. FREY.

IN choosing a kiln system it is of the greatest importance to have an accurate knowledge of all the materials which contribute to the production of clinker. First it is necessary to obtain complete information regarding the available raw materials, so as to be certain of avoiding wrong conclusions.

One of the most important questions in connection with raw materials is that of uniformity, a term which includes not only uniformity in lime content but also in silica, alumina, and iron, as summarised by the silica modulus.

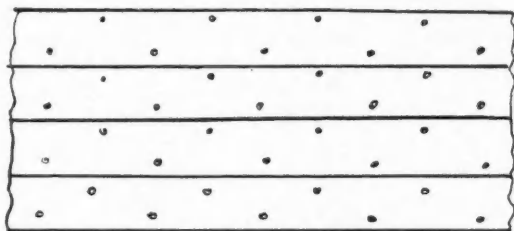


Fig. 1.

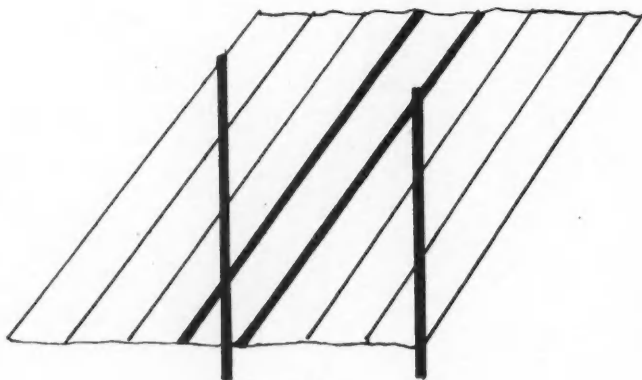


Fig. 2.

To obtain a thorough knowledge of the raw materials one must go far enough into fundamentals to establish a curve of variation of uniformity, both of lime and of the silicate modulus.

It is not sufficient for this purpose merely to take one sample from each of a number of points that may be decided upon. The procedure must be varied according to circumstances. For instance, in a stratified deposit as shown in Fig. 1, the sampling is relatively simple. At two- or three-metre intervals

along the length of each stratum samples are taken and placed in numbered compartments in a box, the numbers corresponding to the positions from which the samples were taken. The same procedure is carried out vertically along the height of stratification, with the difference that in this case more samples are taken; the vertical positions are staggered with respect to the horizontal.

Reliable conclusions can be drawn regarding strata sampled in this way. Although the work entailed is considerable its omission may later lead to serious mistakes. In this case sampling is simple, but it is more difficult when the stratification runs as in Fig. 2 where a thorough knowledge of the deposit is best obtained by deep borings. It is important that these borings should be made so that they pass through all the strata. It is also desirable that they should not be too deep, and this can easily be avoided by careful study of the geological characteristics (see Fig. 2). To check whether the various strata have been correctly intersected, the first or the last stratum is doubly bored. The samples thus obtained give a reliable idea of the composition of the strata, and when repeated in various locations, of the uniformity of the deposit. If it is desired to avoid the cost of deep borings, good information can be obtained by uncovering the deposit in a favourable position where all the strata are exposed and accessible. While this method can be quite useful, it is much less valuable than deep borings.

A further special case is met when both raw materials occur in the same deposit, the limestone over the marl. The best procedure is to drive an adit at right angles to the course of the strata, taking the samples from behind the new frames (Fig. 3). The following points show the sampling positions over the cross-section of the adit:



The results thus obtained are used to determine the curve of uniformity of the raw materials, a valuable factor when deciding upon the best material for the kiln lining. For this purpose the following data are required about the raw materials:

- (1) Clinkering temperature of the raw meal.
- (2) Melting point of the raw meal.
- (3) Average analysis on a large number of samples of the raw materials.
- (4) Extreme values of the composition of the deposits.
- (5) Magnitude of the shrinkage when the raw meal is clinkered.
- (6) Maximum and minimum values of the silicate modulus.
- (7) Probable maximum lime content.

The clinkering temperature of the raw meal is the most important of these, and it is strongly recommended that the tests should include determinations of clinkering temperature at the highest and lowest values of lime content and silicate modulus. The choice of kiln lining depends particularly on the clinkering temperature, since the refractory must have a sintering temperature above, or at least equal to, the raw meal. It is thus wrong to place most importance on the melting point, as is often done, for this factor rarely comes into consideration during burning.

A knowledge of the melting point enables one to define the temperature interval between clinkering and complete fusion, within which the material

begins to exert its most powerful influence on the refractory. It is necessary to have a good average analysis of the raw materials to enable conclusions to be drawn as to the probable chemical interaction between the raw material and the refractory.

A knowledge of the limiting composition of the raw material deposits enables us to decide as to the possibility of obtaining a uniform mix, and whether the

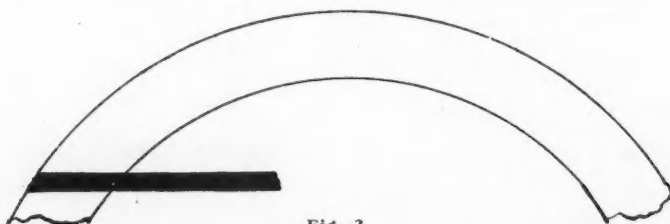


Fig. 3.

installation of special plant will be necessary to obtain uniformity. For a cement of the highest quality it is necessary that the variation in lime-content, as also in silica, alumina and iron, should approximate to a straight line, instead of a more complex curve. Only in these circumstances can it be guaranteed that the cement will have the highest strength.

Cement raw materials can be roughly classified as regards clinkering temperature thus:

- (1) Raw meals which clinker easily (1,300-1,350 deg. C.).
- (2) Normal raw meals (1,350-1,450 deg. C.).
- (3) Raw meals clinkering with difficulty (1,450-1,550 deg. C.).

In the third class we have on the one hand raw meals of high silica content, since quartz first begins to sinter at 2,000 deg. C.; on the other hand are those of high Al_2O_3 -content, since the clinkering temperature rises with Al_2O_3 -content, and Al_2O_3 itself has as high a sintering temperature as quartz. The clinkering temperature is also influenced by the CaO-content of the raw meal, which varies to as great an extent as the SiO_2 and Al_2O_3 .

The above experimental data are best demonstrated by an example:

CHARACTERISTICS OF A RAW MEAL WITH HIGH CLINKERING TEMPERATURE.

Clinkering temperature	1,500-1,520 deg. C.
Melting point	1,600-1,650 "
SiO_2	14.00
R_2O_3	4.00
CaO	43.50
MgO	1.50
SO_3	0.50
CO_2 and H_2O	36.00
Alkaline residue	0.50
Silicate modulus	3.5
Hydraulic modulus	2.4
Limiting values of silicate modulus	3.0-4.0
Maximum CaO-content	44.0

In utilising the clinkering characteristics of a raw meal, one must consider the effect of the fuel ash, which varies with different types of kiln according to whether the ash is entirely or only partly absorbed by the raw meal and

whether it is homogeneously mixed or only retained on the surface. In the case of the shaft kiln this depends on the fineness of the coarse coke or coal contained in the briquettes, and in the case of the rotary kiln upon the fineness of the coal feed and the inclination of the coal nozzle to the kiln axis. It may be accepted that the effect of coal ash is generally to lower the clinkering temperature by some 20-30 deg. C., and this must be allowed for in considering the

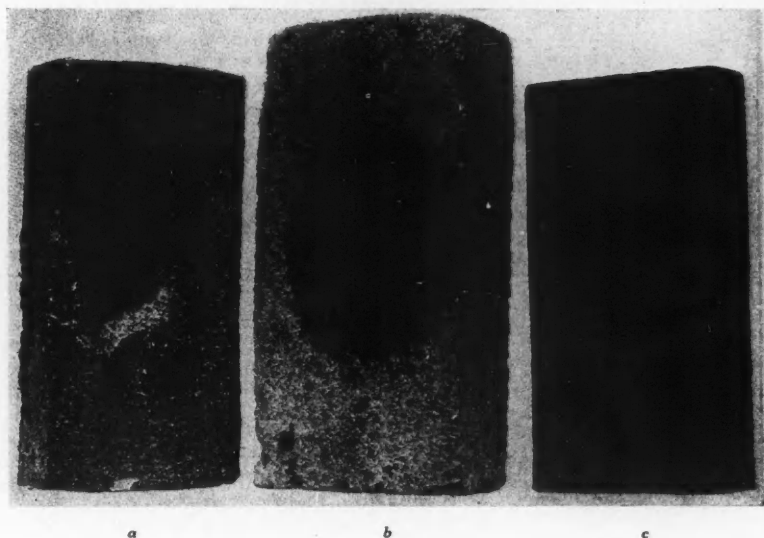


Fig. 4.

clinkering characteristics. Since the composition and the ease with which the ash can be fused may vary widely, the effects upon the burning process and the kiln lining must be experimentally determined.

Again, some coal ash has a high silica content, and others a high iron oxide content. These properties must also receive consideration as regards their possible effect on working conditions in both rotary and shaft kilns.

The results given in the table of raw meal characteristics can now be used to deduce the requirements that the kiln lining must fulfil in order that the kiln may run as long as possible without interruption. Such a table of kiln-lining properties is as follows:

CHARACTERISTICS OF REFRACTORY LINING.

Sintering temperature	...	...	...	...	1,500-1,520 deg. C.
Melting point	...	...	...	...	1,750-1,800 "
Structure	...	...	...	...	As dense as possible
Shrinkage	...	...	...	...	As low as possible
Mechanical wear	...	...	...	...	As low as possible

Highly resistant to temperature changes under conditions of repeated kiln stoppage.

For the raw meal described above a lining of ordinary firebrick cannot be considered, and the only possible material is a refractory of high alumina

content, which is very resistant to a raw meal rich in silica. The following table gives the analysis of such a kiln lining material:

KILN LINING HIGH IN ALUMINA.

	Per cent.
SiO ₂	19.00
Al ₂ O ₃	71.00
Fe ₂ O ₃	5.00
CaO	1.00
Weight per unit volume	2.4
Specific gravity	3.4
Sintering temperature	1,500 deg. C.
Melting point	1,750-1,800 deg. C.
Volume change	Decrease at Seger cone 15

A well-prepared high-alumina lining will give very long life in either rotary or shaft kiln, even with an active raw meal such as that just considered. It is naturally assumed that the blocks are carefully built into the kiln, and that the initial burning is such that a protective coating is rapidly acquired, a matter of no great difficulty. The life of such a lining should be at least 8 to 10 months.

Fig. 4 shows the effect of Portland cement clinker on various types of kiln lining material; the high-alumina lining is again shown to have a great advantage. In the firebrick sample (A) the clinker has fused with the brick to form a glassy slag, which has penetrated deeply. The Dinas brick (B) shows how the clinker has eaten deep into the brick, which has cracked. In the high-alumina brick (C), however, the clinker is quite unchanged and the brick unattacked.

The photograph of the alumina brick shows the importance of using a dense material. The penetration of the active raw mix into the pores is thereby

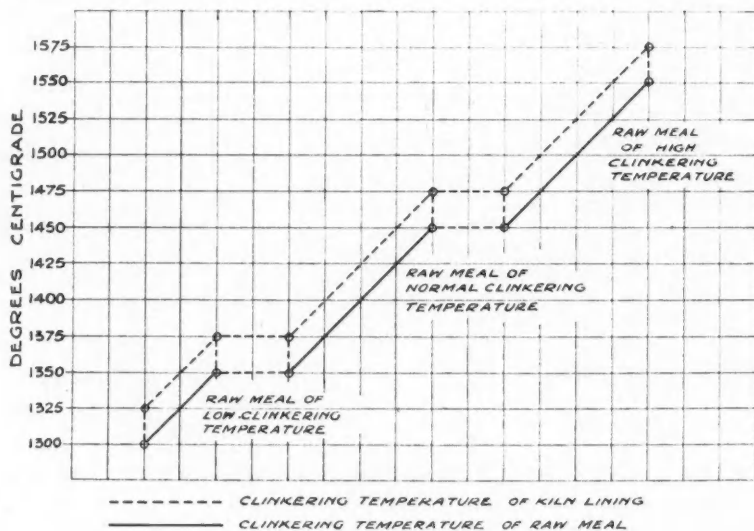


Fig. 5.

rendered difficult, and a barrier is set up which prevents decomposition of the refractory. After suitable chemical composition, this is one of the points to which most attention must be paid. In the condition if incipient softening the expansion or shrinking of the refractory is naturally also of great importance. Considerable shrinkage at the sintering point will obviously result in the formation of cracks into which the hot clinker material will penetrate, thus increasing the area exposed to attack. Care should therefore be taken that the lining material does not show great shrinkage.

From the example given it is quite possible to decide upon the correct kiln lining for use with raw meals of lower clinkering temperature. Fig. 5 shows graphically the temperature relation which must exist between raw meal and kiln lining. The interval of 25 deg. C. between the clinkering temperatures of the raw meal and the lining material is obviously not to be taken as an absolute value. It merely gives an approximate comparison of the two clinkering temperatures.

For raw meals of low and normal clinkering temperatures the choice of lining materials is naturally greater the lower the clinkering temperature. First quality ordinary firebrick can be used successfully, as well as high-alumina brick, in the wet process. Taking the known facts into consideration, the following summary can be made:

POSSIBLE LINING MATERIALS.

Raw meal of low clinkering temperature.	Raw meal of normal clinkering temperature.	Raw meal of high clinkering temperature.
1,300-1,350 deg. C.	1,350-1,450 deg. C.	1,450-1,550 deg. C.
First quality firebrick	First quality firebrick	First quality firebrick is unsatisfactory
High-alumina brick	High alumina brick	High alumina brick
Clinker concrete	Clinker concrete	Clinker concrete

It must again be mentioned that the clinkering temperature of a raw mix is lowered by admixture of fuel ash, while a further reduction can be achieved by the addition of a flux. So far as conditions allow these properties may be applied to enable an accessible lining material to be more easily used. Even with a raw meal of normal clinkering temperature the use of first quality firebrick is often dangerous, especially when the clinkering temperature exceeds 1,400 deg. C. In such cases it is better to use a safer material such as high-alumina brick.

Clinker concrete can have excellent properties when great care is taken in its production. It has the advantage of being composed of the same material as the raw mix, thus excluding the possibility of chemical reaction, so that the results are solely dependent upon the skill with which it is produced.

Proposed Persian Cement Works.

It is stated that the Persian Ministry of Economics has concluded an agreement with an Italian engineer, Senr. Stanislaw Aurelj, for the erection of a cement plant near Teheran.

Measuring and Recording Instruments for Rotary Kilns.—II.

By A. C. DAVIS, M.I.Mech.E., M.Inst.C.E.I., F.C.S.

(WORKS MANAGING DIRECTOR, ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.)

The "Arkon" recorder is made for showing the presence of either carbon dioxide alone or carbon dioxide and oxygen. This instrument works by absorption, caustic potash being used as the re-agent for carbon dioxide and stick phosphorus for the oxygen. The readings obtained are therefore direct,

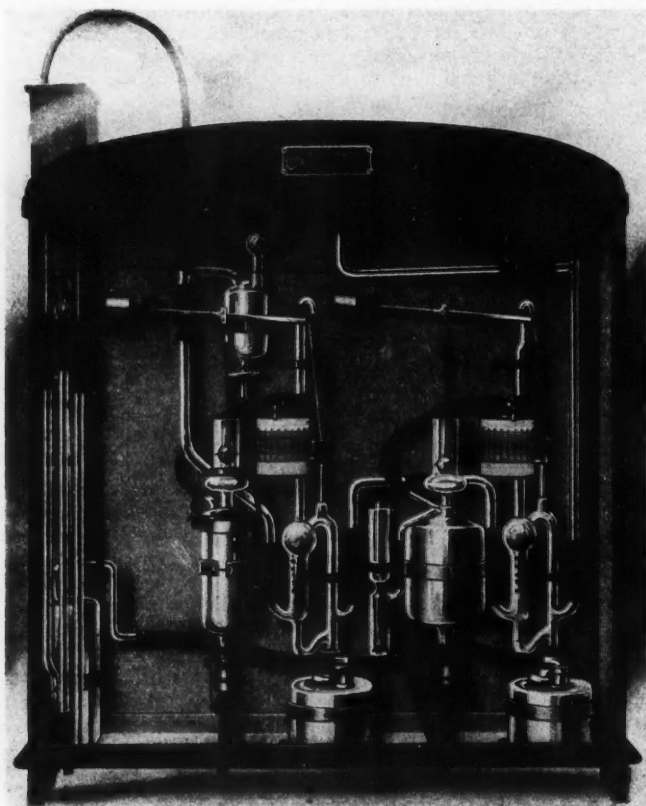


Fig. 13.

and not by difference. The aspirator, which may be operated either by water or electrical means, is usually adjusted to give about thirty readings per hour.

Fig. 13 shows the combined carbon dioxide and oxygen recorder. This instrument is made for showing various percentages of both the gases, but

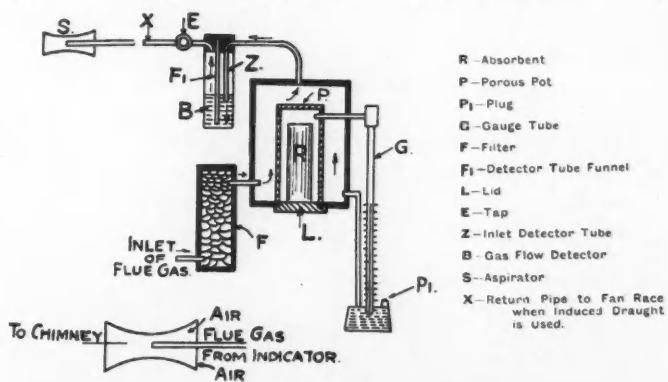


Fig. 14.

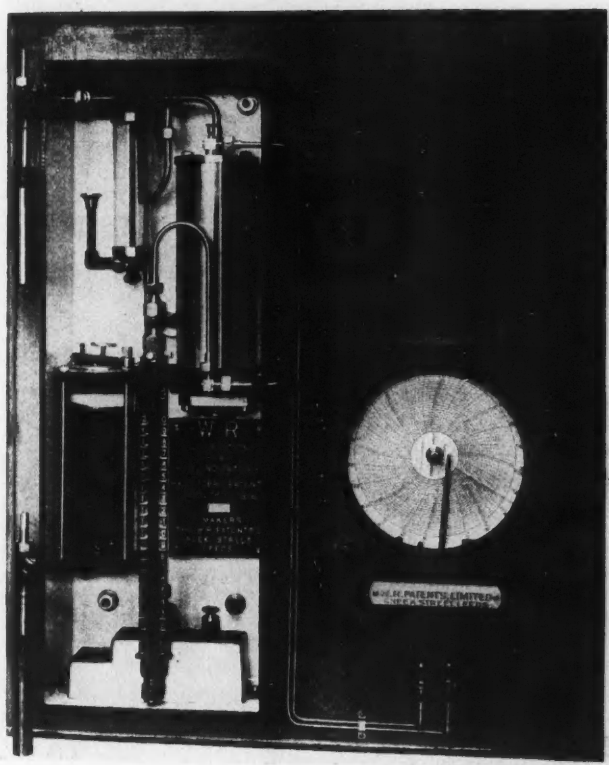


Fig. 15.

the standard range for oxygen is rather high for rotary kiln gases and in consequence it is very difficult to read small differences in the oxygen content.

The "W.R." recorder for carbon dioxide is also an instrument which works on the absorption principle, but unlike many of this type the indication is continuous. Fig. 14 shows diagrammatically the arrangement for indicator only, and Fig. 15 is a view of an instrument for indicating and recording. The absorption part of the instrument consists of an outer and inner vessel, the latter being a porous pot which contains the absorbing re-agent in the form of a cartridge. One tube of a water column gauge is connected to the outer

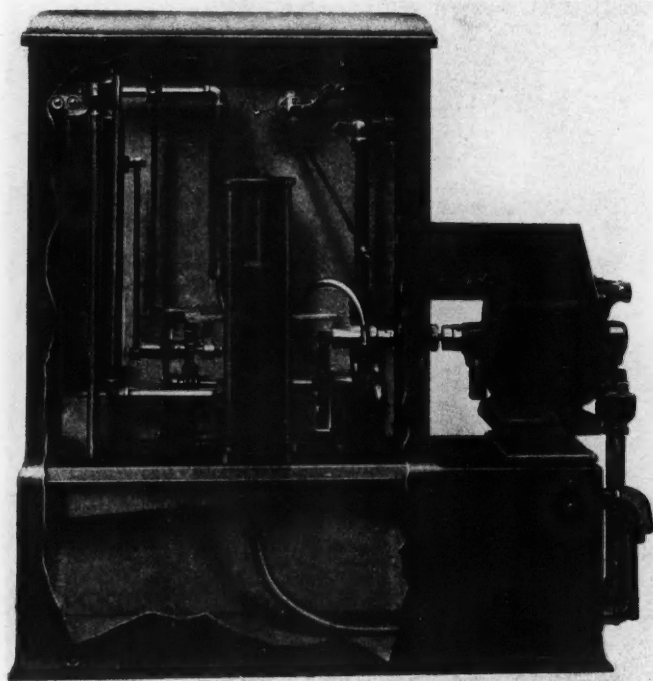


Fig. 16.

vessel and the second to the inner vessel. The gases containing the carbon dioxide are aspirated through the outer vessel by the usual means. Some of these gases pass through the porous pot where the carbon dioxide is absorbed by the re-agent. This results in a reduction of the pressure of the gases in this vessel below that in the outer vessel, which reduction is shown by the water column gauge. The amount of movement of the water column will depend on the quantity of carbon dioxide present in the gases.

The "Electroflo" recorder is also for carbon dioxide and a departure has been made from the usually conceived ideas for constructing this type of instrument. All glass-ware and rubber tubing have been dispensed with, a motor-driven

aspirator is employed, and the whole of the working parts are submerged in oil; water has been entirely eliminated. A large absorption vessel is incorporated which permits the instrument to be used for periods up to several months without attention. These special features are clearly shown in Fig. 16. Both indicator and recorder can be used, and in one type of recorder a strip chart is employed which may be obtained in a length to give several weeks' record. Fig. 17 illustrates a combined indicator and recorder with circular chart.

As in many other scientific determinations the method of sampling is very important. Samples of the gases taken over a period of seconds and known as "snap" samples are of little value for showing the average conditions

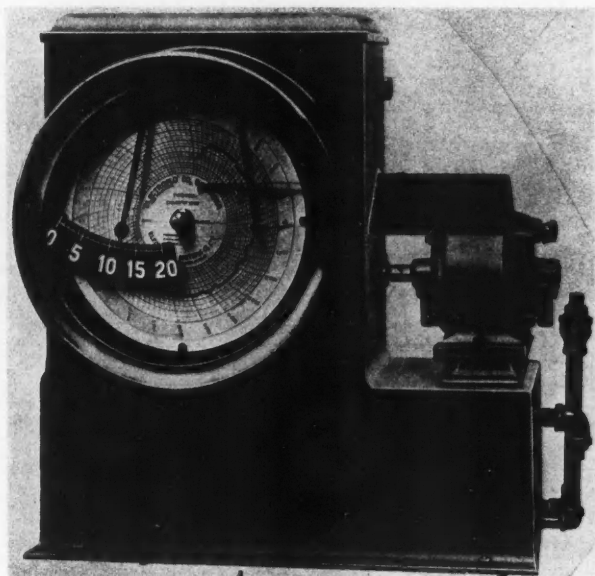


Fig. 17.

unless the conditions remain constant over long periods, and this is rarely the case in rotary kiln practice. It is therefore very desirable that the sampling should be extended over as long a period as possible. A sample taken over a period of ten to twenty minutes duration is quite satisfactory, but for some purposes it is better to have a sample obtained over a much longer period, say twelve or twenty-four hours. With recording instruments the samples are generally obtained over a period of short duration, but as there are many such samples during a period of one hour a good average result is obtained.

When using the "Orsat" apparatus it is usual to collect the sample in a vessel and to take from it the 100 c.c. required for the purpose of analysis. Where no permanent arrangement exists for sampling it is possible to take a short period sample quickly from two Winchester quart bottles, the arrangement being as shown in Fig. 18. The bottle in which it is desired to obtain

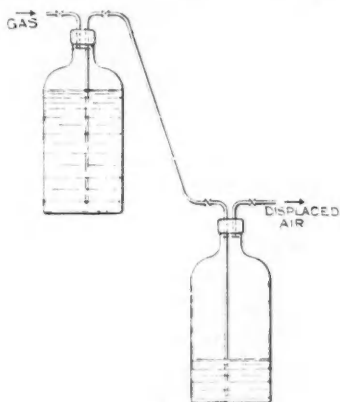


Fig. 18.

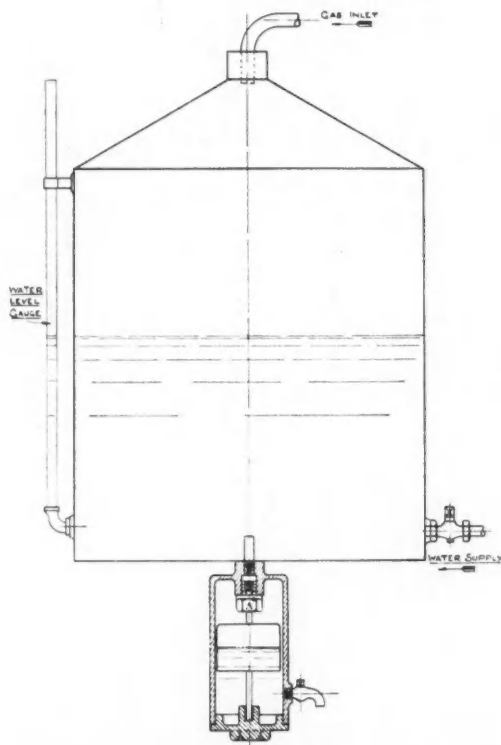


Fig. 19.

the sample is completely filled with water, but by means of a syphon it can be made to empty itself into the other bottle, the rate of flow being under control. It is an easy matter to adjust the rate of sampling so that an average sample can be obtained over a period of twenty minutes. It is very essential that the water employed is free from any dissolved constituent which would absorb the carbon dioxide, and it is advisable to bubble the gas through the water for as long a period as possible before the sample is taken so that the water is saturated with carbon dioxide. Sometimes to ensure that there is no absorption of the carbon dioxide by the water a layer of paraffin is placed on top of the water, but this is rather a dirty method.

There are several continuous samplers available, but in selecting such an instrument it is desirable to see that proper provision is made for regulating

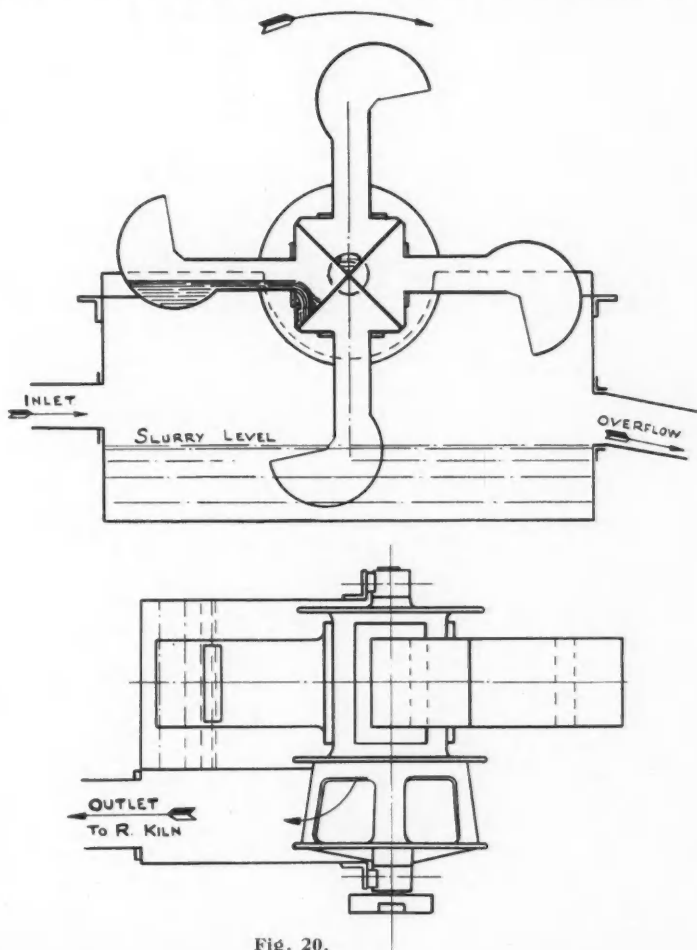


Fig. 20.

the rate of aspiration. If the water is allowed to flow from a tap in the bottom of the sampling vessel the head of water will gradually decrease, with consequent decrease in the rate of sampling. In the best type of instrument a float chamber similar to that used on the carburetter of a motor-car is used. The water is drawn off from the float chamber and the rate is therefore constant over the whole range. A sampler of this type is shown in Fig. 19.

Measurement of Slurry Feed.

In the wet-process rotary kiln the slurry is usually fed into the back end of the kiln either by means of a spoon feed gear or by bucket elevator.

The spoon feed gear consists of a wheel having four or more hollow arms on the extremities of which are fixed buckets. As each arm revolves to the

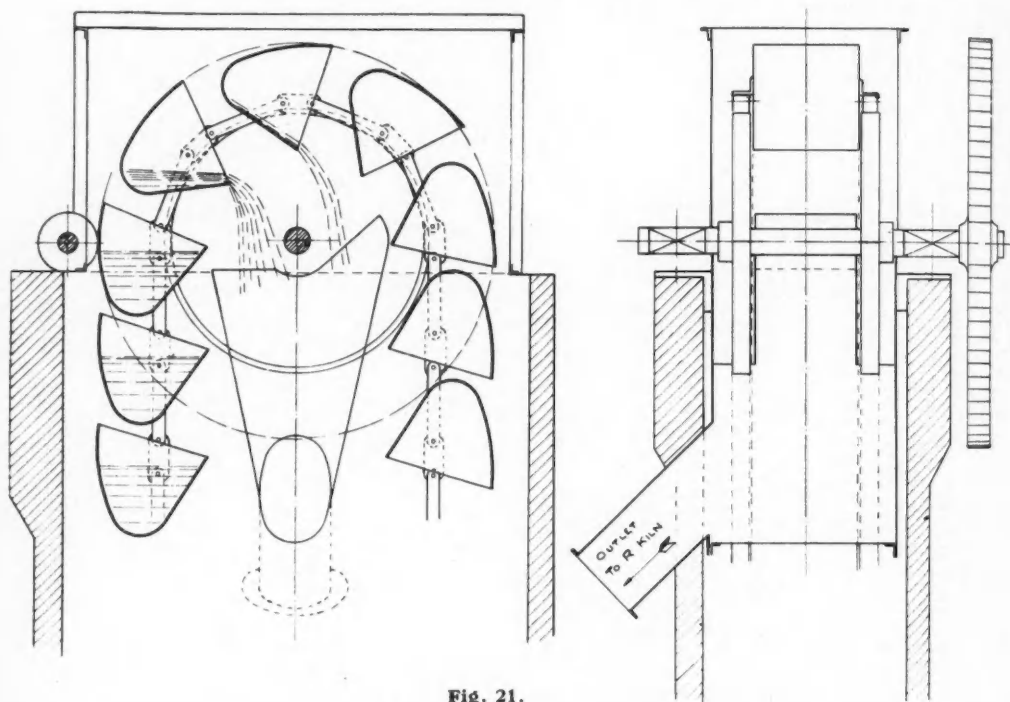


Fig. 21.

top centre the slurry in the bucket flows down the hollow arm into the hollow trunnion which is connected to the pipe for feeding the kiln. This piece of apparatus is driven by a variable-speed motor so that the rate of feed can be controlled. Provided the level of the slurry in the base of the apparatus is kept constant it is an easy matter to determine the weight of material fed into the kiln over a period by counting the number of buckets-full which are tipped in. This is readily done by means of a counter. Fig. 20 shows the general construction of the spoon feed gear. With the bucket-elevator type of slurry-feed gear shown in Fig. 21 the quantity of material may

also be determined by the same means as is adopted for the spoon-feed gear. The bucket-elevator should also be driven by a variable speed motor so that the operator may have exact control of the rate of feed to the kiln.

Other forms of apparatus could be used for measuring the rate of feed, such as the Venturi meter placed in the pipe line, or one of the many types of measuring apparatus employing a weir. None of these latter methods has been extensively used in this country owing to the colloidal nature of the slurry, which results in the building up of the material in various parts of the apparatus.

Moisture in Raw Materials.

The moisture in the prepared raw materials fed into the cool end of the rotary kiln can be determined either by a "snap" sample or from a sample obtained continuously. Continuous sampling is not an easy matter owing to the colloidal nature of many of the materials which are used, but where the slurry is passing along an open trough a simple sampler can be made by mounting a flat-rimmed wheel in the centre of the trough and at such a height that the slurry in passing under it causes the wheel to rotate; at the same time the rim of the wheel picks up a small quantity of the slurry which can be scraped off into a sampling container.

Air and Gas Pressures.

For the proper operation of a rotary kiln it is essential that the pressure of the gases in the kiln and of the air in the firing pipe be known. The following are the usual points where readings are determined:

- (1) Draught in back end of the kiln.
- (2) Pressure in firing hood.
- (3) Static pressure of the air in the coal-firing pipe.

Air or gas pressures, whether positive or negative, are usually measured in terms of inches of water column, generally referred to as "inches water gauge," although sometimes it is preferred to measure the column in millimetres of mercury.

The simplest form of gauge is the "U" gauge, which can readily be made from a piece of glass tubing bent to the shape which gives it its name. This type of gauge is satisfactory for measuring differences in pressure of $\frac{1}{2}$ in. or more, but smaller differences are very difficult to read satisfactorily. It suffers from the disadvantage that it is very sensitive to sudden changes in pressure, which cause the water column to oscillate. A small amount of evaporation of the water or condensation of vapour in the air or gas in the pipe connecting the instrument to the point of measurement would cause the zero to change. It is a common mistake to read the wrong leg of the gauge and record a positive pressure as a negative pressure, and vice versa. A difference of pressure causes one leg of the "U" gauge to rise above the other, but as the scale has reference only to one leg a difference of pressure of 1 in. water gauge corresponds to only half-an-inch on the scale; this makes the instrument very difficult to read where the difference in pressure is small. In spite of these disadvantages this type of gauge has been extensively used for many years. It is illustrated in Fig. 22.

Most of the difficulties associated with the "U" gauge have been eliminated in what is known as the "Arkon" full-scale gauge. In this instrument a single straight glass tube is connected at one end to a vessel having an area many times that of the bore of the glass tube. The other end of the tube is connected to the source of pressure difference. When the difference of pressure

is applied to the open end of the tube the column of water will be raised or depressed depending upon whether the pressure is negative or positive, but the level in the vessel will for all practical purposes remain unchanged owing to its area being so much greater than that of the tube. The column of water will therefore move up or down the scale by the full amount of the pressure

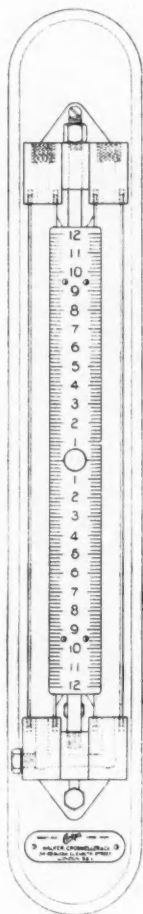


Fig. 22.

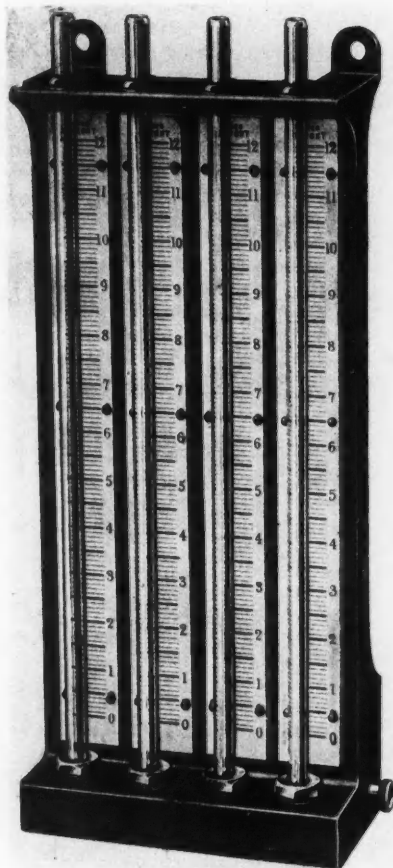


Fig. 23.

difference, or, in other words, a pressure of 1 in. water gauge will correspond to 1 in. movement along the scale. The fact that the vessel is of large area means that the loss of some of the water, or the addition of water due to condensation, will not appreciably affect the zero.

A number of gauge glasses can be connected to a common vessel. This ensures that the readings of the gauges are comparative, which is rarely the case with a number of "U" gauges unless the zeros are constantly checked.

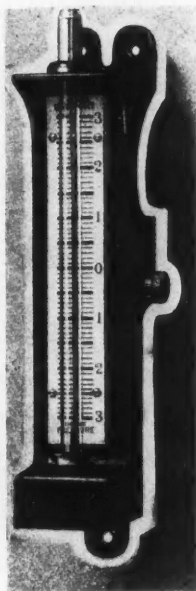


Fig. 24.



Fig. 25.

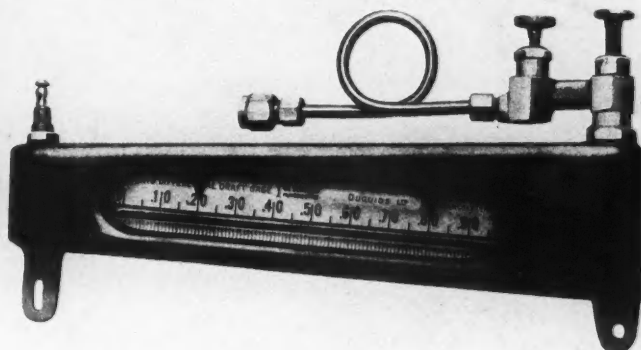


Fig. 26.

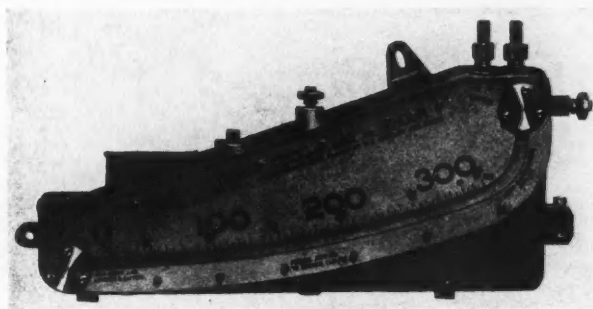


Fig. 27.

A multi-point full-scale "Arkon" gauge suitable for measuring negative pressures is shown in Fig. 23, and in Fig. 24 is shown a single-point gauge for measuring both positive and negative pressures.

Various methods have been adopted to increase the length of scale of water-column gauges. In some cases this has been done by mechanical means or by the use of two fluids of different specific gravity. Another satisfactory arrangement is to place the glass tube at an angle as shown in Figs. 25 and 26. By this means it is possible to multiply the scale reading many times, but if the

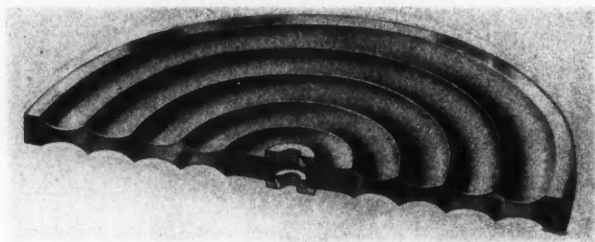


Fig. 28.

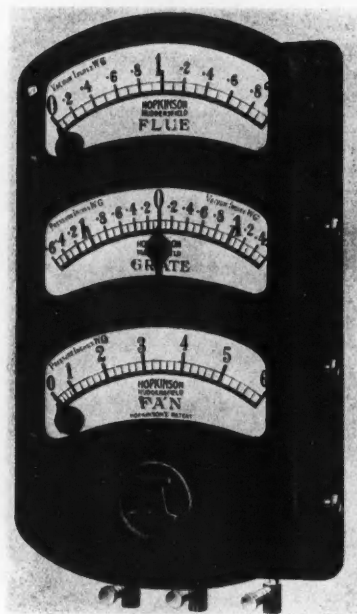


Fig. 29.

slope of the tube is too gradual the meniscus becomes very indefinite and difficult to read while at the same time the gauge becomes very long. A modification of this form of gauge is one employing a curved tube which is rather flat at the beginning of the scale. This is done for the purpose of increasing the

length of scale over the lower part of the working range of the gauge or when used in conjunction with a flow meter enables the scale to be equally divided. This instrument which is known as a curved tube manometer is illustrated by Fig. 27.

Where considerable differences in pressure exist the Bourdon tube gauge may be employed, but this is not sufficiently sensitive for differences of pressure of 1 in. or 2 in. water gauge. There has therefore been developed a type of gauge employing a sensitive diaphragm which for a difference of 2 in. water

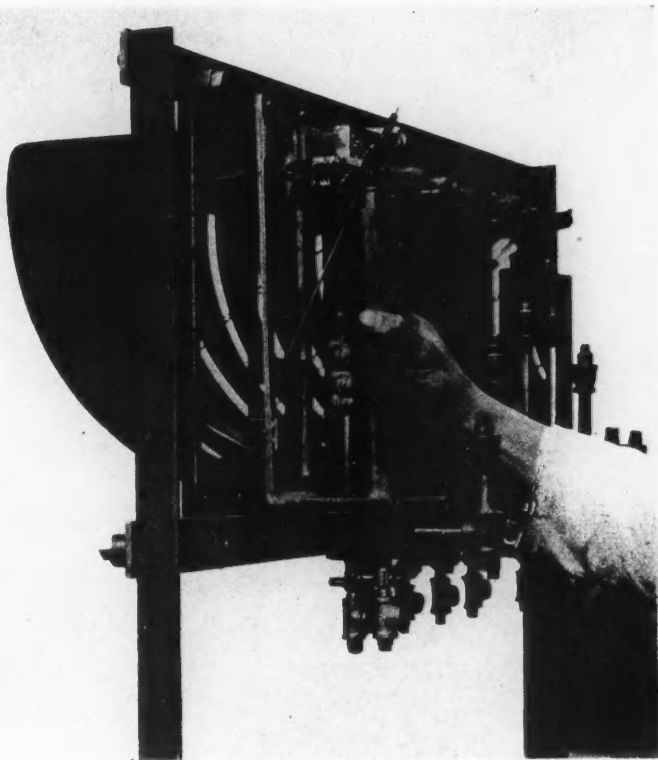


Fig. 30.

gauge will exert an operating force of 1 lb. Although the diaphragm is of very thin metal it has been possible by specially shaping its corrugated surface to make it strong and yet retain its sensitiveness. Fig. 28 shows the construction of the diaphragm and Fig. 29 the appearance of this form of gauge suitable for measuring pressure differences at three positions. With this type of instrument it is desirable to have some form of safety valve which may be a water seal, as it will not withstand pressures much in excess of the range of calibration. Where the pressure fluctuates violently it is necessary to introduce a damping device, which may take the form of a small capillary placed near the gauge at a convenient point in the pipe-line.

One of the most difficult positions for a pressure gauge is, perhaps, the firing hood of a rotary kiln. The pressure difference at this point is small (about -0.3 in. water gauge), but it may at times fluctuate violently due to the "puffing" action in the burning zone of the kiln, which is sometimes caused by insufficient draught. Under such conditions it is perhaps best to instal a type of gauge which employs oil instead of water as the operating fluid. The oil has a damping effect, but where the fluctuations in pressure are very violent a damping dash-pot either of the air or oil type may be introduced. With this type of gauge the scale is calibrated in inches water gauge, and a very open scale is obtained by a system of levers which multiplies the movement of the oil column. Fig. 30 shows a multi-point gauge with edgewise scales which employs oil as an operating medium and a system of levers for multiplying the column movements. Fig. 31 illustrates a similar type of instrument but with circular scale.

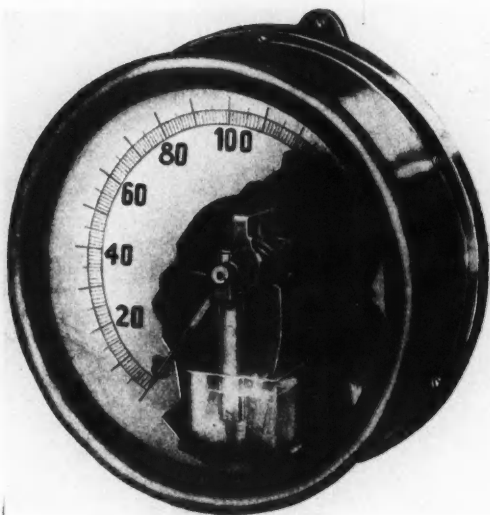


Fig. 31.

(To be continued.)

A German Amalgamation.

MESSRS. Fried. Krupp Grusonwerk, of Magdeburg, and the Andreas Machinery Manufacturing Company, of Muenster, both specialists in cement factory plant of many years standing, have come to an arrangement as regards this branch of their activities. MM. Krupp Grusonwerk are to take over the whole of the cement machinery department of the Andreas Company, and Mr. Andreas has undertaken to act as technical advisor to MM. Krupp Grusonwerk.

A Comparative Study of the Portland Cement Industry in the United States of America, Canada, and the United Kingdom.—IV.

By HAL GUTTERIDGE, A.M.I.Mech.E., M.I.E.I.

Preparation of Raw Materials.

DUE to the high cost of transport, the location of a works in relation to quarries and markets is a matter of no little importance.

From a transport point of view, the main items to be considered are the calcareous materials, the argillaceous materials, fuel, and the finished product. The relative proportions by weight of these vary considerably, but an average may be taken as 4.3, 1.7, 1.0, and 3.8 respectively. Assuming the rate per ton-mile and the weight per cubic foot of all the materials as equal, then because the weight of the calcareous materials is the highest, the most economical location for the works would be near that deposit. When the calcareous and argillaceous materials are in close proximity, or where "cement rock" is used, the balance in favour of the works near the deposits is increased.

On the other hand, the advantage of having the plant near to the market frequently outweighs these advantages. The cost of the distribution of cement is greater than the cost of conveying raw materials. With the plant near the market the cement has only to be handled once and the arrangement lends itself to road transport, but with the plant at the quarries the finished product has, in nearly every case, to be handled at least twice before reaching the consumer. The matter of cheaper electricity in cities also comes into the general consideration.

In the U.S.A. there is a tendency to erect the plant near the market, and bring the raw materials to it, particularly where limestone can be brought by water; examples are recently-built plants at Detroit on Lake Michigan and at Buffalo on Lake Erie. The limestone for these plants is screenings from furnace flux and is brought across the lakes in self-emptying steamers; in the case of the Buffalo mill this distance is over 400 miles.

In the United Kingdom there is a good example of the influence of the markets upon the site of the works. In this case, in the north west of the country there were two distinct markets to consider, namely, the local and the export markets. The site of the plant is on a water frontage which can accept ocean-going ships, and about half way between the limestone quarry and the local market; the result is that overall costs are lower than would have been the case had the plant been erected at the limestone quarry.

Winning Raw Materials.

In the United States the majority of hard raw materials is won in open quarries, while in the United Kingdom, where most of the raw materials used are soft, only open quarrying is practised.

Overburden.—Where the overburden has to be removed, the tools required depend on local conditions. Where the overburden lies on an irregular surface, unequal in depth or contains loose rock, a mechanical digger is usually employed, using trucks and locomotives to remove the spoil to the dump.

An efficient alternative tool, which digs the material and conveys it to a dump and deposits it without second handling is a tractor and scraper outfit made by Messrs. Tractor Traders, Ltd., and shown in Fig. 1. This consists of

a petrol motor tractor on caterpillar treads and followed by a number of scrapers in train. While the scrapers are passing over the soil to be removed the cutting edge of the bucket comes into contact with the soil, and the forward motion causes the soil to rise into the bucket until each scraper is full. When all the scrapers are full they are hauled to the dump where the spoil is released, after which the outfit returns to pick up another load. This cycle of operations is performed without stopping; the labour required is one man on the tractor and one to look after the three or four scrapers.

Blasting and Drilling.—In all three countries it is the general practice in quarrying hard rock in the cement industry to blast down the whole face instead of blasting in "benches." Formerly, when drilling was done by steam or compressed air, it was not possible economically to drill holes deeper than about 20 ft., but with the modern electric motor or gasoline engine driving "blast hole" drills, the drilling of holes up to 80 ft. is economical and not unusual.

The "whole face blast" method of quarrying hard materials has many



Fig. 1.

advantages over the "benching" method. In the former there is only one "floor" to keep level, the cost of blasting is less, the danger to and loss of time of men is less, and the handling of the materials is much less costly than with the benching method. In this method the holes are drilled about 2 ft. or 3 ft. below the quarry floor level, and, depending on the stratification of the rock, are spaced from 9 ft. by 9 ft. to 20 ft. by 20 ft. apart. In thinly-stratified rock, the holes are spaced farther apart, requiring less explosive material per ton of rock blasted, and, conversely, with thickly-stratified rock the spacing is closer. The purpose is to break down the rock to such sizes as can be conveniently handled by the mechanical digger and fed into the primary crusher without undue secondary drilling and blasting, as the latter process increases the cost. In blasting, it is frequently necessary to leave a toe or bank in front of the face so that the rock may be shattered and not just thrown down.

In the U.S.A. it is usual to drill holes with 5 $\frac{1}{4}$ -in. bits to give a 5-in. diameter clear hole suitable for 5 in. by 16 in. sticks of dynamite, and the average is about 15 tons of rock per foot of drilling (12 cu. ft. of rock to the ton). The use of electric power for drills is becoming general; by having a slip-ring

variable-speed motor electricity gives an ease of control of speed not so readily obtainable with a petrol engine. The rate of drilling is generally between 5 ft. and 8 ft. per hour. The ratio of tons of rock blasted to pounds of explosive used varies from $2\frac{1}{2}$ tons per lb. to 6 tons per lb. with an average of about $3\frac{1}{2}$ tons per lb.

Various gelatinous and granular explosives are used in the quarrying of limestone. The gelatinous explosive is usually dynamite used in strengths of from 30 per cent. to 60 per cent. at the top part, and from 40 per cent. to 75 per cent. at the lower part of the holes. In one quarry in Tennessee dynamite is used with a bottom load of 75 per cent. gelatine; in an Ohio plant where



Fig. 2.

water is encountered at the bottom of the holes, 40 per cent. gelatine dynamite is used; in an Alabama quarry the holes are 12 ft. apart and are given about 20 ft. burden; they are loaded with 75 per cent. gelatine at the bottom and 60 per cent. gelatine above. Charges are detonated either by electricity or safety fuse.

Secondary drilling of the pieces of rock too large to go forward to the primary crushers is generally done by jackhammer air drills and broken up by "pop shooting" with small charges of dynamite. If the rock is thinly stratified up to 8 in. or 10 in. thick an alternative method is to use a ball about 22 in. diameter and 1,500 lb. in weight and drop it from the bucket of the

mechanical shovel. Of the total of quarry costs, drilling absorbs about 10 per cent. and blasting 15 per cent.

The modern blast-hole drill has steel frames of channel section, variable-speed electric motor drive, rear treads, geared for traction, of "crawler" or "caterpillar" type, and front treads of similar type. Fig. 2 shows a drill of this type.

In most of the chalk, marl and clay quarries in the United Kingdom the height of the face is limited to the height to which the mechanical shovel can cleanly work, as these materials are dug direct from the face. It is not economical to have the face higher, as that would entail second handling of the materials not gathered by the bucket. It is not usually necessary to have

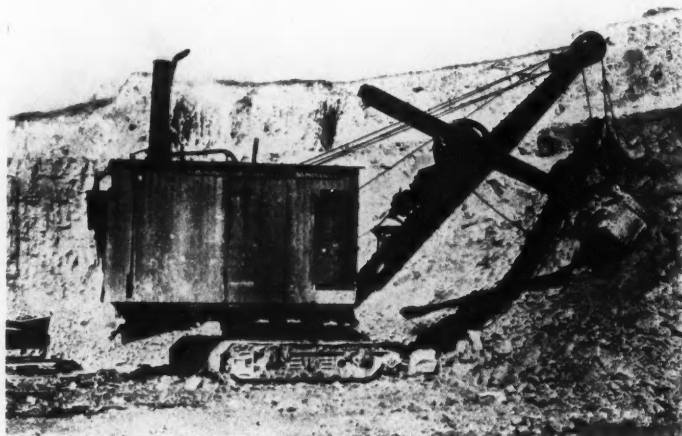


Fig. 3.

more than one man collecting the materials brought down but not gathered by each shovel.

Mining.—The practice in the U.S.A. in mining limestone is illustrated by the West Penn mine. This property has a 40 ft. to 45 ft. stratum of limestone, then a layer of fireclay, a 42 in. vein of coal, 15 ft. of clayey shale, and then a 22 ft. to 25 ft. stratum of limestone lying almost parallel to the surface. The mine consists of tunnels 25 ft. wide from which rooms open alternately on opposite sides on 60 ft. centres. The rooms are 35 ft. wide, an average of 20 ft. high, and the columns 25 ft. wide. Drilling is done by hammer drills on tripods by the breast-stopping method and round 1½ in. hollow drill steel is used; a set of six lengths will drill an average of three 12 ft. holes, at an average speed of 5 ft. per minute.

Mechanical Shovels.—The use of mechanical shovels for loading broken rock into trucks is practically universal. Fig. 3 shows a Ransomes & Rapier steam

shovel with a bucket of 1 cubic yard struck capacity in use in a modern cement works. The machine is digging chalk marl straight out of the quarry face; this particular shovel is working two shifts per day. For cleaning up the quarry floor, small $\frac{1}{4}$ yd. compressed-air driven shovels are in some places used, generally mounted on wheels.

Among the larger shovels used in the U.S.A. are the Marion, Bucyrus, Erie, and for the smaller shovels on stripping duties, etc., the Butler air shovel and the Erie shovel, while in the United Kingdom the Ruston-Bucyrus, Arrol, and Ransome shovels are used. A Marion shovel is seen in Fig. 4.

Preparation of Raw Materials.

Hard Materials.—In the most modern plants, particularly in the United Kingdom, with hard materials the primary crusher is arranged above the secondary, so that there is a downward flow of materials by gravitation with the minimum of re-handling plant and consequently low operating costs. Unfortunately, the primary crusher is a much heavier unit than the secondary, and requires a substantial structure to sustain its weight and to withstand the vibration which is set up when the crusher is in motion, but the low operating



Fig. 4.

costs generally outweigh these disadvantages. An example of a modern crusher-house lay-out designed by Hadfields, Ltd., is illustrated in Fig. 5, and shows a rotary truck-dumper on the top floor, screen and primary crusher on the next floor, the screens and secondary crusher on the ground floor, and the band conveyor to storage in the basement.

The methods of discharging the contents of trucks can be divided into two categories; the first where the truck discharges from a stationary position, and the second where the whole truck is moved bodily, either being rotated or raised. In the first category are methods employing a side or bottom discharging, or body-tilting truck, and in the second the rotary truck dumper where the whole rigid truck is turned over in a rotating frame. An example in the second category is the Wellman dumper, shown in Fig. 6, used in a Florida cement works, where a 50-ton truck is clamped inside a circular frame which

is rolled up an incline of 35 degrees to the horizontal. The track and wheels at the ends of the frame are fitted with teeth which prevent one end of the frame from rolling faster than the other end and so prevent it running out of line. This arrangement was specially designed to meet local conditions where it was impossible to build a hopper below ground-level, or to bring the line in on a higher level. It is claimed that the cycle of operations from the time the truck enters the frame till the next truck enters occupies 2 mins. 25 secs.

For the tipping of the body-tilting cars, an hydraulic or friction hoist is used; the disadvantage of using a direct electrically driven hoist for this work is that it is liable to suffer from the physical shocks inherent to this operation. In the United Kingdom this operation is generally performed by an hydraulic ram, such that the control over its rate of movement can be varied or stopped altogether in any position, for this is, in some cases, the only method by

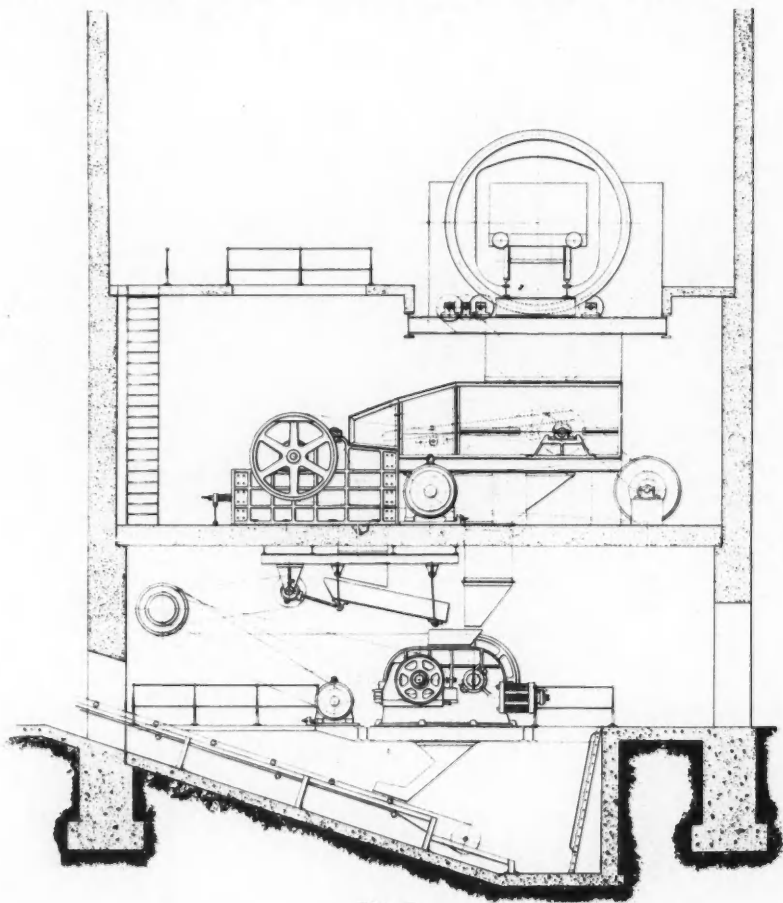


Fig. 5.

which the feed to the crusher can be controlled. It is also usual to provide some means of turning over or extracting any large pieces of rock in the mouth of the primary crusher which hold up the flow of materials. Whatever form this gear takes, it should be quick and decisive in action.

The primary crusher is usually of the gyratory or the jaw type, but the roll crusher is also used where suitable. In the United States will be seen the McCully or Fairmount Allis Chalmers, Traylor, Buchanan and Farrel-Bacon crushers, and in the United Kingdom the Hadfield, Vickers-Armstrong, Goodwin-Barsby and Fraser & Chalmers crushers. Fig. 7 shows a Vickers' swing-jaw crusher which discharges material at $2\frac{1}{4}$ in. cube and is driven by a 150 h.p. motor.

The single roll crusher is employed as a primary crusher for the rocks of a lesser degree of hardness, such as the Lehigh Valley cement rock. Fig. 8 shows a Penn-Lehigh primary single roll crusher.

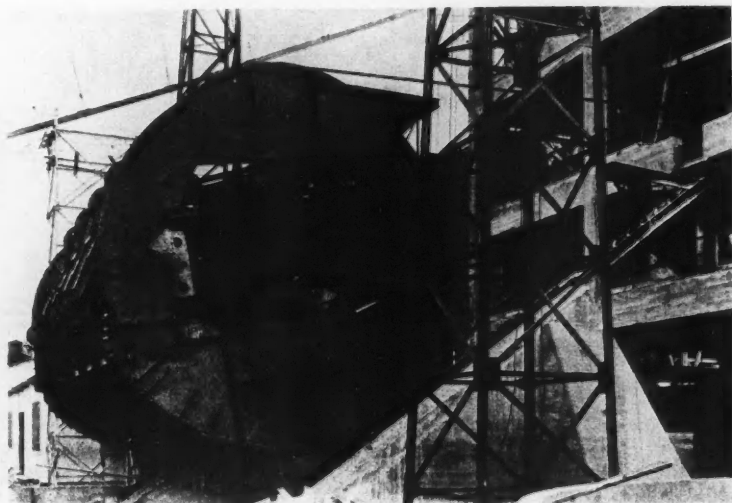


Fig. 6.

To separate the oversize from the undersize material coming from the primary crusher, various arrangements are employed. The live roll "grizzly" employed in some cement plants consists of a number of live rollers (usually eight) set on a slightly-inclined plane in a box about 4 ft. long by 2 ft. wide, open at the top. The crushed material is received at the higher end and passes either between and through the rollers or, alternatively, along the top of the rollers and over the end depending upon whether it is below or above the predetermined dividing size. An alternative arrangement for this purpose is a revolving metal screen with suitable perforations, or an electrically or mechanically vibrated inclined screen. In comparison with the "grizzly," the revolving and vibrating screens have an advantage that they can separate the material into more than two sizes. Use can be made of this in separating out the "fines," which are conveyed direct to the raw-material grinding-mill hoppers instead of via the storage with the coarser material. The method is unsuitable if the material contains much water or is argillaceous in character,

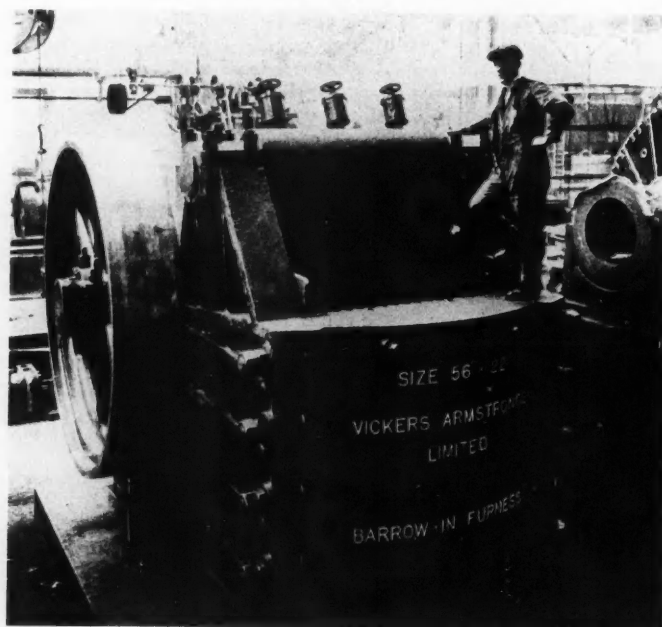


Fig. 7.

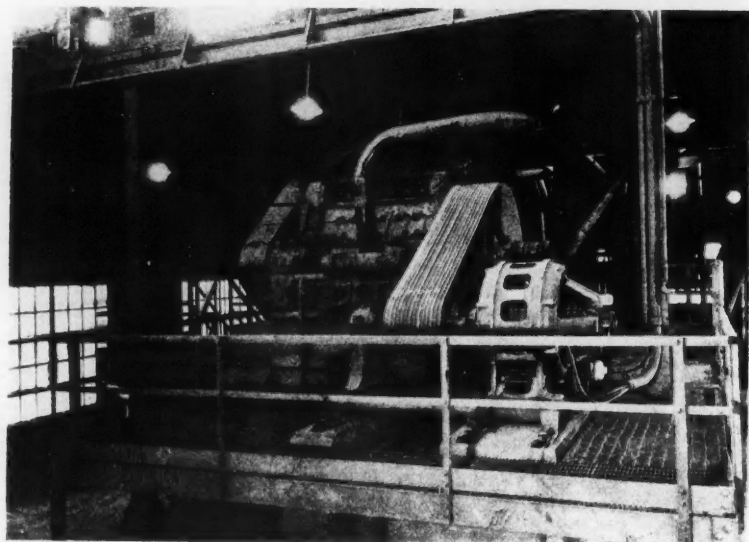


Fig. 8.

but by short-circuiting the "fines" the dust nuisance is lessened, and where the coarser material is extracted from beneath the storage the material there will flow more regularly through the openings on to the extractor belt without the fines.

The presence of argillaceous matter in the materials in the crusher is sometimes a source of trouble, and with some materials of this character special arrangements have to be made. In a Florida mill, for instance, where the materials are boulder-like masses of a fairly hard limestone in a matrix called "lime clay," it was decided to wash the limestone, collect the limey mud and water in a "Dorr Thickener," adding the thickened sludge at the raw grind mills. In this plant the limestone is crushed in a single-roll crusher with a 36 in. by 60 in. roll, and the product is separated in a revolving screen,

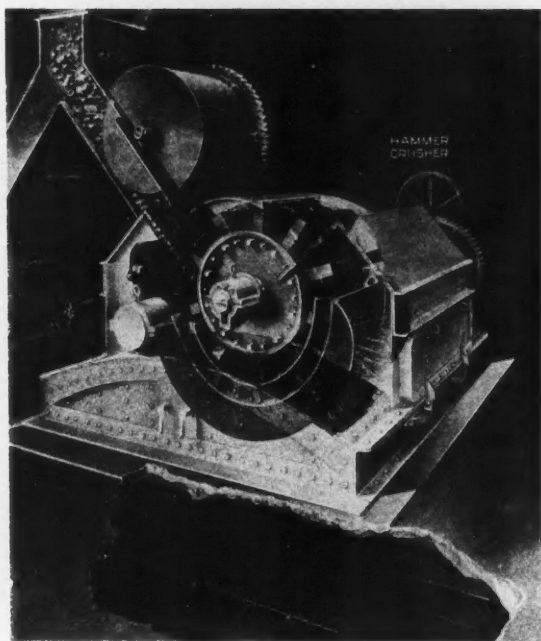


Fig. 9.

splitting on about 2 inch size. The oversize falls directly to a hammer mill specially designed to crush materials liable to clog. Its special feature is a breaker-plate like a broad flat chain that travels slowly and is scraped free from any adhering material as it moves. Fig. 9 shows a Fraser & Chalmers hammer mill.

The material for the secondary crusher, either coming direct from the primary or indirectly from the separator, is in the former case generally positively fed on pan or apron feeders to the secondary crusher, particularly when there is no feeding device on the primary crusher. In another mill using hard argillaceous chalk, the hammer mill is equipped with movable breaker-plates, which prevent the material, when wet, from clogging in the crusher; the

movable plate is rather like a heavy pan conveyor. The plate links are of very heavy manganese steel, and the plate is slowly moved upwards independently of the hammer shaft by a 5-h.p. motor. Fig. 10 shows a hammer mill by F. L. Smidth & Co.

An interesting English secondary crusher is the Hadfield disc type crusher illustrated in Fig. 11, where the crushing is done between two saucer-shaped discs of manganese steel disposed so that the concave sides face each other. The outer crushing disc has an opening in the centre through which the material to be crushed is conveyed, by means of a feed hopper, to the space between the discs. The outer disc is bolted to a strong flange which is part of a hollow shaft carried in two main bearings that form an integral part of the crusher frame. This hollow shaft is rotated by a pulley situated between the frame bearings. The inner crushing disc is attached to a casting which has a spherical bearing at the back and which in turn is mounted on a taper shaft that passes

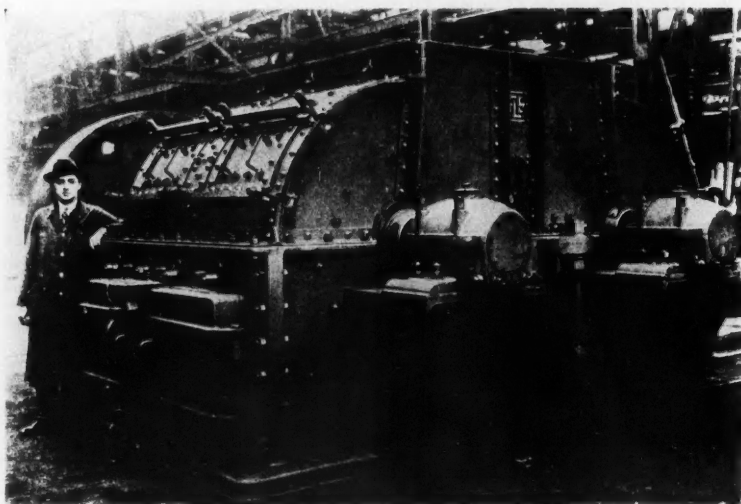


Fig. 10.

through the chamber of the hollow shaft. The taper shaft extends beyond the end of the hollow one and thence through the boss of an eccentric pulley which rotates independently inside an extension bearing on the main frame. The eccentric pulley does not cause the inner shaft to rotate, as it is not attached to it, but merely imparts to it a gyratory motion causing the inner disc to oscillate rapidly to and fro in relation to the outer disc. The eccentric pulley is rotated in the opposite direction to that of the pulley attached to the hollow shaft in order to increase the number of crushing nips in a given time. The two crushing discs turn in the same direction and at the same speed, the outer one revolving in a vertical plane, whilst the inner one is subjected to a series of undulations causing three or four crushing strokes per revolution of the disc. There is no grinding action between the faces of the discs, consequently the wear on them is very small.

Crusher House Control.—In all three countries much attention has of late been given to the centralisation of control of all machinery in the crushing house. In the U.S.A. at a recently built plant in Texas, all the operating controls are centralised in one panel. The truck dumper, truck pull, breaker plates, pan-feeder and crusher controls are placed in a central position and operated by one man. A special feature of this control is in connection with the feed to the crusher which is regulated by an ammeter on the crusher motor and indicates overloading. When this occurs the pan feeder is stopped or its speed reduced till the overload has been relieved.

At a modern plant in Oxfordshire, working on a limestone-clay mixture, from one position the following operations can be controlled: (1) Bringing the raw material trucks into the exact position for tipping; (2) Tipping the trucks and returning them to their normal position; (3) Setting in motion the inclined feeder which conveys the raw materials from the reception hopper to the crusher; (4) Starting two small motors which, by means of traversing gear, move the main crusher driving belts from the loose to the fast pulley,

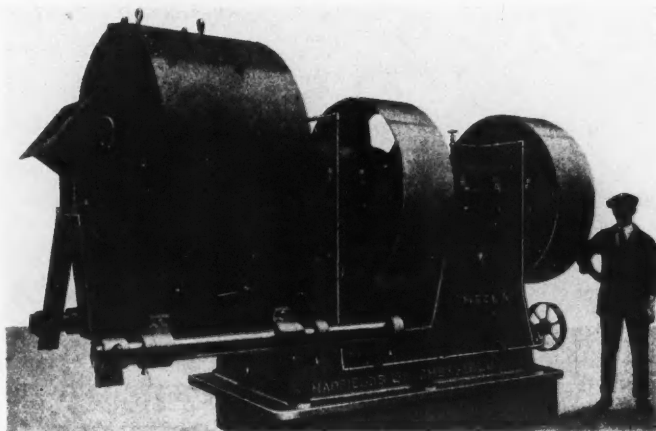


Fig. 11.

thus putting the crusher in motion; (5) Starting the elevator taking the crushed product to the overhead bins.

The progress in central control in the future will be towards the fully automatic. It is a short step, for instance, from the ammeter indication of overload on a crusher with hand control to wholly automatic control in the stopping or slowing of the raw material feeder by electrical means. The ammeter indicator pointer could be arranged to work between two pre-selected stops, the overload and the underload. When in contact with the overload stop the feeder would be stopped by disconnecting the electrical circuit of the magnetic clutch (if one is fitted) or cutting out the driving motor. When the overload had been relieved and the pointer had dropped back to the underload stop, the current would automatically be connected again and the feeder brought into action. It would be necessary to fit a damper in connection with the ammeter to damp down the momentary severe fluctuations of load inherent in a crusher so that a false overload would not bring the control into action.

(To be continued.)

Company Meeting.

The Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd.,

The following are abstracts from the speech of Mr. P. Malcolm Stewart, chairman of the Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd., at the annual general meeting of that Company held on March 31st.

There is no change in the issued share capital of the Company, which stands at £2,319,720 5½ per cent. Preference shares and £3,000,000 Ordinary shares. The aggregate amount of Debenture stocks redeemed is £107,489, reducing the total liability in respect of these charges to £3,829,018. On the credit side of the balance-sheet, £202,683 has been added to the fixed assets account during the year, but as we have written off £375,455 in respect of depreciation and by the transfer of the Debenture stock sinking funds, this account now stands at £5,847,082, a reduction of £172,772 on last year's figure. The total investments show an increase of £35,866, part of the capital found for the extension of works overseas. The amount of cash in hand and at bankers at £506,309 shows an increase of £115,431.

The profit on trading for the year is down by £40,704; on the other hand, interest and dividends received are up by £61,133. The total revenue for the year at £955,150 shows

an increase on last year of £20,035. We are thus able, after making increased reserves for taxation and providing £375,380 for depreciation reserves and Debenture stock sinking funds, and the payment of the 5½ per cent. dividend on the Preference shares amounting to £127,584, to recommend payment of a dividend of 8 per cent. on the Ordinary shares, which will absorb £240,000, leaving a balance of £20,065 to be added to the carry forward, which will then stand at £160,964.

That we have been able to maintain our dividend despite the severe competition met with during the year, resulting in a lower range of selling prices, is due to the satisfactory reductions in the costs of production which have been achieved as a result of the expenditure on the complete reconstruction of our largest manufacturing plants, to the successful efforts of the Cement Marketing Company, our sole selling organisation, and to the improved returns received from investments. The aggregate deliveries during the past year of our group constitute a record. A very satisfactory tonnage was exported, although the figures did not quite reach the record of the previous year.

Some 18 months ago Mr. Harold Anderson

**HUNDREDS
OF TONS OF
"CHROMOIDS"
Regd. No. 478454.
BALLPEBS
and
CYLPEBS**

**BEING THE INITIAL CHARGES FOR
THE WHOLE OF THE GRINDING PLANT
IN NEW CEMENT WORKS OVERSEAS,
have been supplied by HELIPEBS LIMITED.**

There must be good reasons why Engineers specify "CHROMOIDS" — we shall be glad to give you all particulars. "CHROMOIDS" are the outcome of years of concentration in the manufacture of grinding media for the Cement Industry.

Write to:—

HELIPEBS LIMITED, Premier Works, GLOUCESTER, Eng.

visited the Argentine and Chile, and last autumn the United States and Mexico. Mr. Chapman is at present making a prolonged visit to further our interests in the principal South American countries. We have an excellent stand at the Buenos Aires Exhibition, and had the honour of a visit from the Prince of Wales.

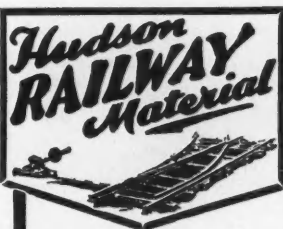
The relative prosperity of our Company is largely due to the fact that our operations have been founded on a definite policy, consistently carried out over a number of years. We have met with obstacles and embarrassments in its execution, but conscious that the pursuit of our main policy was essential to success we have subordinated to it all other issues. Our policy has been to substitute as far as practicable direct responsibility for committee control; then we have succeeded in substituting live for dead fixed assets through the provision during the past six years of some £1,600,000 for depreciation, the whole of which sum has been expended in modernising and extending our works. In the same period we have reduced our indebtedness in respect of Debenture stocks by well over £500,000 and improved our liquid assets by approximately £250,000.

I view with grave apprehension the general industrial position of this country, which is becoming increasingly weakened by the continued depression of our basic industries. Reconstruction of these in-

dustries is proceeding too slowly, patchwork cannot give the results to be obtained from a broad reorganisation based on a survey of the possibilities of developing and combining the more efficient units in each industry; unless comprehensive reorganisation is hastened we shall miss the turn of the tide. Finance has at times been found with insufficient appreciation of the position of the particular business helped in relation to the economic conditions of the rest of the industry concerned. Such help has tended to retard rather than accelerate the solving of industrial difficulties.

This country is losing its export trade. The relative advantages enjoyed by our foreign competitors are such that it is too late to expect that the pooling of resources to bolster up the less efficient can regain it. Running a number of units on part time will never give low costs of production. They cannot be obtained by the spreading of a poor demand proportionately over producers with high and low costs. This is being proved in the coal trade, but it should never have needed demonstration.

Much legislation has been enacted regardless of its effect on industry. The House of Commons, known with pride as the Mother of Parliaments, is now humiliated because she has become profligate and barren; she has not only failed to nurse our impoverished resources but has wasted our substance and



**BUY YOUR WAGONS
FROM
THE ACTUAL MAKERS**

SAVE ON YOUR FIRST COST—GET BETTER SERVICE

HUDSON'S QUARRY TIPPING WAGONS

are specially constructed to stand rough usage. For over 60 years Hudsons' have specialised in the manufacture of Wagons of every description. Also

**TRACK AND ALL ACCESSORIES,
STEAM, DIESEL & PARAFFIN LOCOS.**

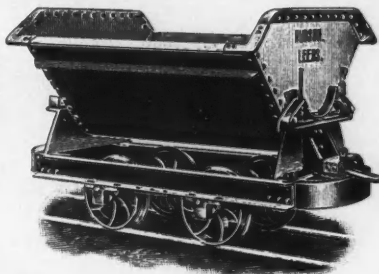
WRITE FOR CATALOGUE.

LONDON:
SUFFOLK HOUSE,
CANNON STREET,
E.C.4.

ROBERT HUDSON LTD.
38^A BOND ST., LEEDS

Works: GILDERSOME FOUNDRY, near LEEDS.

Telegrams & Cables (all offices): "RALETRUX."



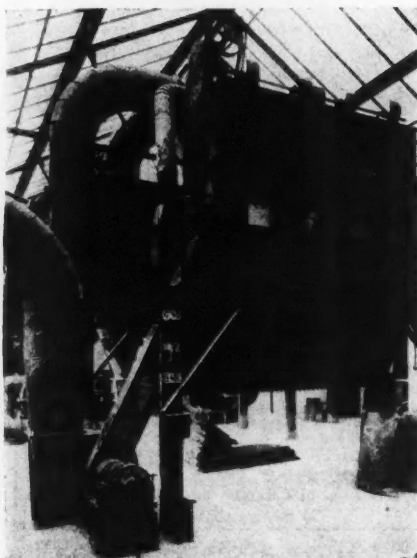
Also at
Johannesburg, Durban,
Salisbury, Bulawayo,
Beira, Luanda, Lobito,
Mauritius, Singapore,
Cairo and Calcutta.

brought forth no remedy for the dire ills from which we are suffering. No serious effort has been made to check expenditure, the outstanding necessity of our times. Simple principles are ignored; we not only fail to cut our coat according to our cloth but we adorn it with trimmings we cannot afford. The organisation of practical government is out of date. Efficient government is impossible of achievement so long as there is over-centralisation involving delay and inadequate opportunity for the examination of important proposals in detail. Devolution of authority is essential to secure effective control. The working classes are gradually realising that they cannot expect to continue to earn high wages and enjoy the finest social services in the world while our factories are idle through the dumping of foreign goods into this country. However, the question of tariffs is complex. Any simple scheme could only be regarded as a temporary measure to give some degree of immediate relief; a scientific scheme is essential, but would take time to devise. Its application would have far-reaching results, and should effect an overriding national industrial reconstruction. I believe the country, conscious of the dangerous position into which we have drifted, is eager for a clear lead and is waiting for the tariff problems to be focused to a simple issue capable of being more readily understood.

Manufacturers realise that no tariff should create injustice or be used for sheltering inefficiency. Apart from the necessity of a tariff for protection of the home markets, a change in our fiscal system is required, first, in order to enable reciprocal agreements to be made with other parts of the Empire upon a basis of mutual advantage, and, secondly, to enable us, if necessary, to have a weapon which can be used in the case of foreign countries whose tariff treatment of British goods is inequitable.

With regard to the prospects of the Company, the bright feature is the continued good home demand which our reputation and service secure for our products. The deliveries of "Ferrocete," the original rapid hardening cement, and "Snowcrete," our white cement most successfully introduced last year, continue to expand steadily and we are still working to effect some further reductions in the costs of production. On the other hand, selling prices are low and the export trade has fallen off owing to the world-wide decline in the price of commodities. It is difficult to say when these tendencies will be checked, but it is certain that the sound position of the Company, financial as well as in respect of its efficient productive capacity and marketing organisation, places it in a position to reap readily the benefit of any improvement in trading conditions.

"VISCO" "Beth" Dust Collector
installed in London Works.



"VISCO"

DUST COLLECTORS

are

INSTALLED

at the

GREEN ISLAND CEMENT WORKS

Details of "VISCO" Plant sent on request.

"VISCO"

ENGINEERING CO. LTD.
162 GROSVENOR ROAD, LONDON SW1

Telephone:
VICTORIA 6531-2.

Telegrams:
CURTMIC, CHURTON,
LONDON.

Clinker Concrete as a Refractory Lining.

We have received the following from Mr. C. Siedentopf: The life of the refractory lining in the clinkering zone of the rotary kiln is always limited, owing to the prevailing high temperature and chemical action. As a result, the cost of refractory linings forms an appreciable proportion of the cost of the production of cement.

Many cement works accordingly utilise a concrete composed of their own clinker and cement in place of fireclay bricks, a mix of about equal parts of high-strength clinker and cement being adopted. This mix is formed into a plastic mass by the addition of about 8 per cent. of water. This type of kiln lining possesses the following advantages: The cost of production is comparatively low; it can be produced without expensive plant; utilisation of the old kiln lining; avoidance of chemical exchanges between the lining and the material being burnt.

Not every clinker and not every cement is suitable for use in this way, just as only very few fireclays can fulfil the high requirements of the clinkering zone. Clinker concrete can only be used with advantage if it is formed from a raw mix whose clinkering temperature is sufficiently high, and whose clinkering and fusion temperatures do not lie too near to one another. Further, only well-burnt clinker, of high lime content (made from raw material containing at least 78 per cent. CaCO_3), should be used. This naturally applies also to the cement used. If failure is to be avoided the selection of the clinker and



PAPER SACKS FOR ALL PURPOSES
THE MOST RELIABLE
FOR EXPORT TRADE.

**OUR
PAPER SACKS**
ARE MORE ECONOMICAL FOR THE
CEMENT MANUFACTURER
AND
HANDIER FOR THE USER.

SEND FOR FULL PARTICULARS.

DOWDINGS LTD.
LITTLE EATON, DERBY,
ENGLAND.

cement must in every case be supervised with the greatest care. Further, in order to obtain a dense air-free mass, a considerable variation of grain size is necessary, with the screening and rejection of the coarser material above about $\frac{1}{2}$ in. in diameter, and machine pressing. Under certain circumstances it may be desirable to burn a special clinker of extra high lime content, solely for preparation of clinker-concrete for the kiln lining.

Clinker-concrete can also be used with advantage for shaft-kiln linings so long as it is of high lime content. It is necessary, however, to break up the shaft kiln clinker to a suitable size before using it.

The clinker concrete may be directly rammed into the kiln, but this requires much hand labour and may not yield uniform results. In addition, the kiln must remain out of action for a long period while the concrete dries out.

A much better method is to pre-cast the bricks, allow them to harden for a few weeks, and then build them into the kiln lining. With the lining so laid the kiln can be brought into commission after a few hours, or at latest the following day, without danger of cracks and damage.

To ensure that the radial bricks are of uniform density a power press is now available, consisting of a freely-falling stamp, which delivers a definite number of blows to the plastic mass. The stamp can be set to drop any required number of times, and since it works automatically, every brick receives the same number of blows. The moulds are made to suit the kiln diameter.

Some Suggestions.

A correspondent writes: "During the past year I have read CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE with much pleasure. The articles have been very well written, and they have contained a large amount of useful information.

"I think, however, the publication would be of still greater use to the cement industry if you could include articles on the following subjects in early numbers:

(1) "The Management and Control of Cement Works," including costing systems; although two works may be producing at the same price they could learn points from each other and thus reduce their costs.

(2) A section in each issue set apart for letters and questions dealing with cement.

"In its present form CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE is indispensable to those employed in the manufacture of cement and cement machinery who wish to move with the times."

[**Our thanks are due to our correspondent for the above suggestions. On the question of works management it has been found very difficult to find a works manager qualified to write such articles who also has the time to do so; should this meet the eye of anyone prepared to do so we should be glad to hear from him. As to letters and problems from our readers, we are always ready to publish correspondence of general interest and to help in the solution of readers' problems.—ED.]

Reduced Price of Cement in U.S.A.

The Lehigh Portland Cement Co. has reduced the price of cement 10 cents a barrel in Columbia and Maryland, and the Pennsylvania Dixie Cement Co. has made the same reduction in Washington, Baltimore and Maryland.

New Cement Works in Syria.

THE order for the equipment for a new cement works in Syria was in December last placed with the "MIAG" Company (Muehlenbau und Industrie Aktiengesellschaft), Braunschweig. The founders of the new undertaking are the Société Nationale pour la Fabrication du Ciment et des Matériaux de Construction, Damascus, an entirely Arabic Company with a capital of Ltqor. 120,000, which is equal to approximately £107,000.

This is not the first undertaking for the manufacture of cement in Syria, as a factory with nearly twice the capacity of this latest works is nearing completion in the neighbourhood of Tripoli; this cement factory is the property of a Libanian-French company, which also entrusted the "MIAG" Company with the order for its construction.

The new cement works in Damascus will be erected in the immediate neighbourhood of the road leading to Beyreuth, and will dispose of its production mainly in Damascus and its neighbourhood and in towns situated in the interior of the country. The capacity will be 100 tons of cement per 24 hours, produced with a rotary kiln on the dry process. As in this part of the Orient no fuels exist, the company decided to use crude oil in the rotary kiln and to instal a waste-heat utilisation plant in connection with a turbo-generator for the production of the required power.

The raw materials are found in the immediate neighbourhood of the factory and promise the production of a good competitive quality of cement; the technical management is in European hands.

CURTIS

HIGH ALUMINA BLOCKS ARE BEING USED FOR LINING THE KILNS AT GREEN ISLAND CEMENT WORKS

CURTIS BLOCKS have a longer period of efficiency than any other. Write for full particulars and catalogue, showing how you may save on your Linings by using my Blocks.

ALGERNON

WESTMOOR LABORATORY

Telephone: CHATTERIS 61.

LEWIN CURTIS

— CHATTERIS — ENGLAND

Telegrams and Cables: WESTMOR, LAB. CHATTERIS.

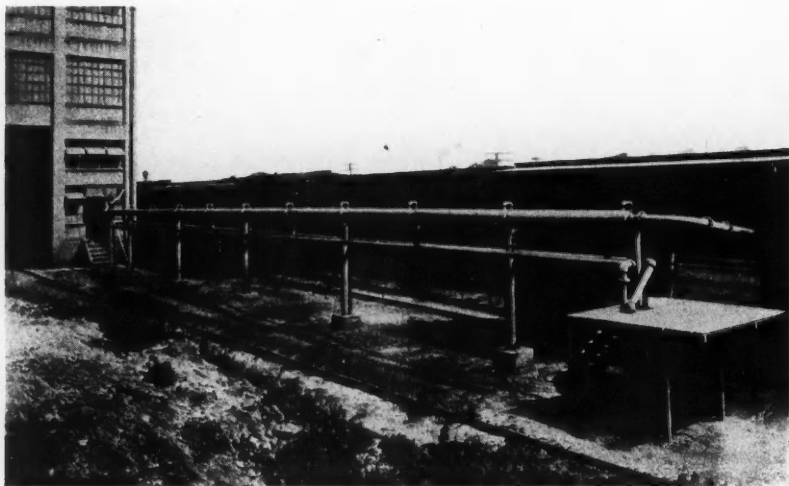
Trade Notice.

Combined Gear and Motor Unit.—In the "Rapiducer," The Power Plant Co., Ltd., of West Drayton, have aimed at presenting a highly-efficient and compact transmission unit by combining a high-speed electric motor with enclosed double-helical gears. The gears are generated by the Company's process which produces continuous teeth, and are carried in anti-friction ball and roller bearings. The machines have been standardised in powers up to 100 h.p., including motors by prominent British makers.

The "Rapiducer" provides in a small space the means of driving from an electric motor at low speed and is a unit which provides power economically at the required speed and in a convenient form. The motor is rigidly secured to the gear casing, perfect alignment being obtained by a machined spigot. An objection to the use of individual motor driving is removed by this unit which renders unnecessary the lining up of a separate gear box. As supplied, the machine is complete and self-contained, ready to set to work by coupling to the driven machine. "Rapiducers" are listed with squirrel cage and slip ring a.c., and also with d.c. motors. Lubrication is automatic and is provided by the lower gear dipping in oil.

Bulk Cement Loading.

THE bulk-loading installation at the plant of the Valley Forge Portland Cement Co., near Philadelphia, U.S.A., is of interest in view of the increasing use of bulk handling of cement. In this case Fuller-Kinyon pumps are used for bulk loading into railway trucks. The pump is placed beneath the silos of which the packing houses are seen in the photograph. The pipe-line is water-cooled by means of the water-jackets also shown in the photograph. In the United States there are now a number of installations of this type. The trucks usually contain sixty tons of cement, which is unloaded at its destination by Fuller-Kinyon portable unloading pumps.



Conveying Cement by Fuller Kinyon Pump.

C E M E N T

AND

CEMENT MANUFACTURE

LE JOURNAL INTERNATIONAL DU CIMENT EN QUATRE LANGUES.

PARTIE FRANÇAISE

PUBLIÉ PAR : CONCRETE PUBLICATIONS, LIMITED,

20, DARTMOUTH STREET, WESTMINSTER, LONDON, S.W.1, ANGLETERRE.

Publié le 20 de chaque mois.

Prix du numéro, 2 schellings.

Abonnement annuel, 24 schellings (Fr. 150), franco.

L'influence de la température de mouture du ciment sur son temps de prise.

par V. M. ANZLOVAR.

Ce titre rappelle celui d'un essai publié il y a un an par la revue allemande "Zement," dans lequel j'ai tenté de montrer que la température de mouture du ciment avait une certaine influence sur son temps de prise; la cause de ce phénomène serait la déshydratation partielle du $\text{SO}^4\text{Ca} \cdot 2\text{H}^2\text{O}$ incorporé au clinker, qui se produit dès que la température de mouture dépasse une limite déterminée. Le phénomène lui-même est généralement désigné par prise apparente, ou, selon le cas, par la prise rapide apparente du ciment.

Lorsque l'on opère sur des ciments à prise rapide apparente, l'aiguille de Vicat, comme on le sait, indique le début de la prise dans un délai très court, en particulier si le malaxage a duré très peu de temps. Si par contre ces mêmes ciments ont été malaxés suffisamment longtemps, ou si cette opération a été renouvelée postérieurement à ce commencement de prise, et sans nouvelle addition d'eau, la prise se poursuit ensuite à l'allure normale. Les ciments à prise rapide apparente et ceux à prise rapide effective se différencient, en outre, du fait qu'après leur prise rapide initiale, les premiers font leur prise totale en un temps presque normal; en outre, leur prise apparente, si rapide soit-elle, ne donne pas lieu à un trop grand dégagement de chaleur.

Dans mon mémoire, pour conclure, j'émettais cette opinion que la température élevée de la mouture, et le frottement interne, provoquent, selon toute probabilité une déshydratation si poussée du sulfate de calcium à deux molécules d'eau, que ce dernier reprend son eau dès le gâchage du ciment, en vue de régénérer le sulfate de calcium à une demi ou à deux molécules d'eau, en partant de l'anhydrite qui s'était formé. Ce phénomène prive le ciment de

l'eau dont il a besoin pour sa prise, et l'on croit avoir affaire à un ciment à prise rapide; pour transformer un ciment à prise rapide de cette nature en ciment à prise normale, il suffit de le malaxer suffisamment longtemps pour que l'anhydrite se transforme en hydrate à une demi ou à deux molécules d'eau, et que ces substances puissent ainsi jouer dans le processus de la prise, le rôle qui leur est dévolu.

L'année dernière, dans le numéro de Janvier de la présente publication, le professeur Desch, de l'université de Sheffield, a exposé ses travaux sur la prise et le durcissement du ciment Portland. Ses investigations ont montré que l'action de l'eau provoque l'hydrolyse des particules de ciment; ces dernières s'enveloppent d'une couche de colloïdes, dans laquelle se forment progressivement des cristaux. Le durcissement dépend de la formation de ces cristaux, et en outre de la dessiccation des colloïdes, qui demeurent à l'état de masse vitreuse entre les particules de ciment, et les agglomèrent. L'hydrolyse du ciment par l'action de l'eau se fait par étapes. Une partie de la chaux se dissout à l'état de $\text{Ca}(\text{OH})^2$, et il reste des silicates et des aluminates appauvris en chaux, qui entourent finalement les particules de ciment d'une masse constituée uniquement par des gels (silice et alumine à l'état de gel). La liqueur de chaux se concentre à mesure que l'eau s'évapore, et réagit de nouveau sur les constituants acides du ciment pour former des substances susceptibles de cristalliser. Il n'est pas possible d'établir des formules qui rendent exactement compte de ces réactions.

A mon point de vue, il semble certain que si la dissolution des particules de ciment, autrement dit leur hydrolyse, est trop rapide, on se trouve rapidement en présence d'un état de choses que l'on considère en pratique comme étant le début de la prise. L'incorporation du gypse aurait alors pour objet de suspendre cette hydrolyse; ce phénomène serait dû aux ions de Ca et de SO^4 que l'eau de gâchage contient en quantité définie, en présence du gypse.

Comme l'anhydrite se dissout plus difficilement dans l'eau que les hydrates, les ions dont il vient d'être question n'arrivent que trop tardivement à la concentration voulue pour empêcher l'hydrolyse. L'hydrolyse des substances calcaires s'accélère encore du fait de la chaleur dégagée par la régénération du gypse; le début de la prise se manifeste ainsi après un temps très court, et l'on obtient un ciment à prise rapide.

J'estime que, dans chaque cas, la marche de la prise dépend uniquement de l'allure à laquelle se poursuit l'hydrolyse des substances calcaires contenues dans le ciment; cette hydrolyse est d'autant plus rapide que la concentration voulue des ions de Ca et de SO^4 dans l'eau de gâchage se réalise plus lentement. Comme agent régulateur de la prise, on est donc amené à incorporer au clinker de ciment, lors de sa mouture, du sulfate de calcium sous une forme rapidement soluble, et dont la dissolution se fasse en tout cas beaucoup plus vite que l'hydrolyse des substances calcaires. Des trois substances que forme le sulfate de calcium, j'estime que l'anhydrite est celle qui convient le moins pour cet usage; or, avec preuves à l'appui, il est difficile de mettre en doute que la mouture ne favorise la formation de cette substance, en raison de l'élévation de température qui accompagne cette opération.

L'année dernière, dans un article consacré à la prise apparente du ciment, paru dans le numéro de Février de la présente publication, M. D. K. Mehta prend parti contre deux articles (même publication, 1929), où se trouve soutenue la thèse, que la prise apparente serait à imputer à la température élevée atteinte lors du broyage. A l'encontre de cette assertion, M. D. K.

Mehta allègue que lorsqu'il exerçait aux Indes, il a souvent constaté à la sortie des appareils de mouture des températures supérieures à 140° , qui, au début, faisaient beaucoup de tort à la bonne marche de la fabrication; néanmoins, par la suite, malgré que la température dépassât souvent 140° , la prise des ciments obtenus est restée normale. Il s'ensuit que ce technicien n'impute pas les mécomptes constatés à la seule température de la mouture, mais qu'il cherche à en trouver également la raison dans la cuisson du clinker; selon lui, en améliorant la cuisson, autrement dit en prolongeant le séjour du clinker dans la zone de scorification, on obtiendrait un clinker qui ne présente pas le défaut d'avoir le début de sa prise trop tôt, malgré la température élevée qui accompagne la mouture. Il y a lieu de considérer cette observation comme fondée, et mon expérience personnelle la confirme; elle s'explique parfaitement, selon moi, si l'on admet que les substances calcaires du clinker sont moins faciles à hydrolyser lorsque le clinker subit une cuisson longue et à feu vif, que quand sa cuisson est modérée et de courte durée. La lenteur de la réaction est alors suffisante pour que la liqueur puisse contenir une quantité suffisante d'ions, émis par l'anhydrite formée à la chaleur de la mouture, ions qui retardent l'hydrolyse, beaucoup plus lente dans ce cas.

L'exposé de M. D. K. Mehta relate encore une autre observation; pour quelques échantillons, soumis à l'épreuve de l'aiguille de Vicat, la galette préparée pour la détermination du temps de prise n'était plus traversée complètement après 10 à 15 minutes, mais ultérieurement elle l'était à nouveau de part en part; après 70 à 100 minutes commençait le début de la prise normale. Je n'ai jamais rien pu observer de pareil.

L'année dernière, le numéro d'Avril de la présente publication contenait un exposé de M. Fred. Whitworth sur la prise défectueuse du ciment, qui conclut ainsi: "La prise dite apparente du ciment est à imputer en partie à la prise du plâtre, qui se déroule indépendamment, sans modifier les propriétés du ciment concernant sa prise normale." Dans un autre passage, le même technicien ajoute: "Il en résulterait, en outre, que, même s'il est l'objet d'une prise apparente prématurée, le ciment contiendrait néanmoins SO^3 en solution en quantité suffisante pour que sa prise soit retardée." Ce passage semble reposer sur cette opinion que seule la fraction de SO^3 dissoute dans l'eau de gâchage entraîne le retard de la prise, ce qui semble ne pas être entièrement d'accord avec mon opinion personnelle.

L'année dernière, dans le numéro 20 de la revue "Zement," et sous le même titre que le présent article, il est paru un rapport sur les recherches de M. Konyanagi, et sur les résultats auxquels ce savant japonais a abouti. M. Konyanagi est parti de l'observation sur laquelle repose déjà le mémoire que j'ai rédigé, et qui est mentionné au début du présent article, à savoir que les ciments à prise rapide se forment souvent à la haute température qui règne pendant la mouture; après avoir exécuté divers essais, ce savant conclut comme suit: quand la mouture se fait à température élevée, seule la proportion du gypse incorporé agit sur le temps de prise; l'addition de 0,9 à 1,2% de gypse (proportion calculée sur la teneur du ciment en SO^3) donne toujours un ciment à prise normale, même si la température de 180° est atteinte à la mouture. Lorsque la teneur en SO^3 , autrement dit l'addition de gypse, est plus grande, et que la température à la mouture est élevée, on obtient sans exception des ciments à prise rapide; M. H. Konyanagi s'est vu dans l'obligation de régler à son usine l'addition de gypse de manière que la teneur en SO^3 du ciment soit voisine de 1%; dans ces conditions, on n'avait pas à redouter la formation de ciments à prise rapide.

M. Konyanagi expose que ses essais montrent que le temps de prise du ciment diminue à mesure qu'il atteint une température plus élevée; si toutefois la teneur en gypse reste inférieure à 1,2%, le ciment ne se transforme jamais en ciment à prise rapide.

On sait qu'à chaque sorte de gypse correspond une valeur critique, autrement dit une proportion à laquelle le gypse en question devient brusquement actif, et agit comme retardateur de la prise, tandis qu'en dessous de ce point, il se montre presque totalement inactif. Lorsque la proportion dépasse le chiffre critique, l'action d'un gypse donné est moins forte qu'à la proportion critique; c'est ainsi que si sa proportion critique est de 2%, l'addition de 5% d'un gypse donné ne prolonge le temps de prise qu'à peine davantage que si l'addition ne se montait qu'à 2%. Les praticiens savent bien du reste qu'ils sont dans le vrai en ajoutant 4% de gypse (à deux molécules d'eau), alors qu'à 3% par exemple on n'obtiendrait nullement le résultat cherché.

Je crois devoir faire part d'une de mes observations, contraire à l'opinion relatée ci-dessus, que l'addition optima de gypse serait de 0,9 à 1,2% (en SO_3). J'ai constaté que certains ciments, auxquels il avait été incorporé une proportion de gypse (à deux molécules d'eau) correspondant à 0,9-1,2% de SO_3 , avaient un temps de prise parfaitement normal lorsqu'ils étaient fraîchement moulus, mais que deux mois plus tard au plus, ils s'étaient sans exception transformés en ciments à prise rapide; cette constatation, que j'ai souvent eu l'occasion de faire, tant à l'usine qu'au laboratoire, est en contradiction directe avec les observations relatées ci-dessus.

Pour trouver une explication à ce phénomène et à d'autres, en grand nombre, qui se contredisent également, il semble que l'on ne puisse se baser que sur cette remarque, que d'une façon générale les expérimentateurs omettent de préciser la composition et la provenance des ciments dont ils se sont servi pour leurs investigations; or on sait que les ciments Portland actuellement fabriqués présentent de très grandes différences de composition. Dans son important ouvrage "Zement, Kalk, Gips" (Ciment, chaux, plâtre), page 343, Schoch expose que, dans son laboratoire, les investigations ont porté sur environ 80 ciments Portland, dont la composition a présenté les variations suivantes:

Constituants	Maximum	Minimum
SiO_2	24%	16%
Al_2O_3	8,1%	4,4%
CaO	67,1%	59,5%

Il me semble évident que des ciments de composition si différente doivent se comporter différemment; pour tous les essais il faudrait par suite mentionner la composition des matières soumises à l'expérimentation, car autrement la valeur toute relative des observations ne permet pas de tirer des essais relatés des conclusions d'une portée générale.

Avis.

Tous les articles publiés en quelque langue que ce soit dans CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, sont rigoureusement de propriété littéraire, et ne peuvent être reproduits dans d'autres journaux, ou sous forme de catalogues, sans l'autorisation des propriétaires: Concrete Publications Limited, 20, Dartmouth Street, Westminster, Londres, S.W.1, Angleterre.

La nouvelle usine de la Green Island Cement Co., Ltd., à Hong-Kong.

par HENRY POOLEY.

La Green Island Cement Co., a fabriqué du ciment depuis 1899 sur le territoire de la colonie anglaise de Hong-Kong, et depuis 1889, à Macao. A Hong-Kong, la cuisson s'opérait au début dans des fours Aalborg, mais, en 1905, cette usine s'est agrandie par l'installation de quatre fours rotatifs, de 26 m 50 de longueur, appliquant le procédé sec. Jusqu'en 1923, l'équipement de la cimenterie de Hong-Kong consistait en douze fours du type Aalborg, produisant plus de mille tonnes de clinker par semaine, et en quatre fours rotatifs qui en produisaient autant. En 1923, deux des fours Aalborg ont été transformés en fours verticaux automatiques, à grille mécanique, et la machinerie de broyage et de briquetage a été renforcée, pour la mettre à la hauteur des nouveaux besoins. Les fours automatiques n'ont pas donné en pratique tous les résultats attendus, surtout parce que le seul combustible dont on dispose sur place contient trop de matières volatiles, pour que l'on puisse régler avec précision la position de la zone la plus chaude. En 1924, on a décidé d'installer une usine entièrement neuve, travaillant suivant le procédé humide, et, en 1925, les vieux fours Aalborg, ainsi que la machinerie de broyage, de briquetage et de séchage ont été mis à bas, et l'emplacement a été mis en état pour le montage de la nouvelle usine. Les pièces mécaniques des fours verticaux automatiques ont été expédiées à l'usine de Macao, qui a été modernisée par l'installation de deux nouveaux fours verticaux automatiques. La cimenterie de Macao approvisionne le commerce chinois local du district de Canton, et comporte actuellement quatre fours verticaux automatiques, complétés par un équipement moderne de broyage et de briquetage des matières premières.

Sur ces entrefaites, l'activité de l'usine Hong-Kong a été sérieusement entravée par le boycottage et les grèves, et il a été décidé d'ajourner la construction de la nouvelle cimenterie; c'est seulement en 1928 que la Green Island Cement Co. a pris la décision d'entrer à ce sujet dans la voie de la réalisation. A la suite de travaux préliminaires approfondis, en automne 1929, la société a passé à la maison Vickers-Armstrongs commande d'une double installation appliquant le procédé humide, d'une production minimum de ciment garantie de 102,000 tonnes par an. Les travaux ont commencé pendant l'été 1930, à la fois sur les lieux pour les fondations, et en Angleterre pour la construction de l'équipement.

L'étude du plan de l'usine a présenté certaines difficultés, car il fallait disposer la machinerie dans le périmètre primitivement occupé par l'ancien équipement Aalborg, tout en réservant l'emplacement voulu pour porter ultérieurement au moins au double la nouvelle production, et, en outre, le fonctionnement de l'usine existant ne devait subir aucune interruption pendant la durée des travaux. Ainsi qu'on peut s'en rendre compte sur le plan figure 1, ces difficultés ont été surmontées avec succès, et, en janvier dernier, l'ancienne usine à fours rotatifs était en pleine marche, sans que la construction de la nouvelle usine en subisse aucun retard.

La colonie de Hong-Kong ne peut fournir ni pierre calcaire, ni autres substances calcaires, et les matières de cette catégorie doivent être importées de Canton, ou d'ailleurs; elles sont transportées par jonques, qui viennent accoster à l'appontement de la société. Un téléphérique aérien transporte la pierre au

parc à calcaire, qui doit en tout temps comporter une réserve importante. Jusqu'ici le calcaire était ensuite amené à l'usine au moyen de wagonnets chargés à la main, et poussés à bras d'homme jusqu'aux broyeurs; le nouvel équipement comporte une pelle Ruston-Bucyrus montée sur chenilles, qui chargera le calcaire dans des wagons " Phénix " de 5 tonnes, à caisse basculant latéralement; le calcaire ainsi repris est du tout-venant de carrière, et les blocs peuvent atteindre 0 m 60 x 0 m 30 x 0 m 30. Les wagons seront remorqués par une locomotive à vapeur Peckett jusqu'aux trémies d'entrée des concasseurs; un appareil pneumatique fera basculer la caisse des wagons pour en vider le contenu dans les trémies.

Les concasseurs, au nombre de trois, sont alimentés par des poussoirs; ce sont des appareils du type oscillant, à mâchoires de 0 m 75 x 0 m 45. A la sortie des concasseurs, le calcaire tombe sur des convoyeurs à courroie de 0 m 50 relevée sur les bords; ces convoyeurs sont inclinés sur l'horizontale, et mesurent 32 m d'axe en axe des tambours. Les convoyeurs se déchargent dans les broyeurs secondaires, à cylindres de 0 m 90 de diamètre et 0 m 90 de longueur, où le calcaire se réduit en fragments de 12,5 mm au plus. A la sortie des broyeurs, le calcaire en fragments tombe sur un convoyeur à courroie de 0 m 75 relevée sur les bords; il est repris par un élévateur qui l'amène à un deuxième convoyeur desservant trois accumulateurs en béton armé, dans chacun desquels il peut se décharger. L'élévateur comporte des godets 0 m 60; il est doublé par un élévateur de secours. Chaque accumulateur contient environ 200 tonnes de calcaire en vrac. Parallèlement aux accumulateurs, se trouvent des trémies d'attente pour le sable, contenant chacune environ 30 tonnes de sable; le sable est indispensable pour corriger la proportion de silice du mélange brut. Cette disposition de la réserve de sable est très judicieuse, et le sable est transporté aux accumulateurs par un élévateur et un convoyeur spécial. Les broyeurs finisseurs sont alimentés au moyen de tables de 1 m 40 pour le calcaire, et de 0 m 90 pour le sable.

L'argile est extraite à quelque distance de l'usine, à Deep Bay, bras de mer situé par rapport au mont Castle du côté opposé à Kaouloun. Les lits d'argile sont très étendus, et de qualité régulière; l'excavation doit se faire au moyen d'une grue flottante à benne preneuse, qui se déchargera dans des allèges. Sur l'appontement de l'usine circule une grue locomotive à benne preneuse, pour reprendre l'argile dans les allèges qui y ont accosté; la benne se décharge, soit directement à l'aplomb des broyeurs humides, soit sur le tas de réserve. Il a été prévu deux broyeurs humides, de 4 m 25 de diamètre, chacun d'une capacité suffisante pour satisfaire aux besoins de l'usine en boue argileuse, en travaillant soixante heures par semaine. A côté des broyeurs humides, se trouve le bâtiment des pompes à argile, équipé de trois pompes actionnées directement par leur moteur respectif; ces pompes sont à trois pistons plongeurs, de 200 mm de diamètre, et toutes les pièces sont interchangeables. Les pompes peuvent refouler, soit la boue d'argile sur le bassin correspondant, soit l'eau sur le réservoir à eau. Le bassin à boue argileuse est indiqué sur le plan; le bassin principal est surmonté par un petit réservoir nourrisseur, également pour boue argileuse. A la sortie des broyeurs humides, si du moins ces derniers sont en marche, la boue argileuse est refoulée directement sur le petit réservoir nourrisseur, le trop-plein seul se déversant dans le bassin principal. Quand les broyeurs humides sont au repos, on met en action une pompe à deux pistons plongeurs de 150 mm de diamètre, montée dans le bâtiment des pompes, pour transvaser la boue argileuse du bassin principal au réservoir nourrisseur; de ce réservoir part une conduite, qui amène directement la boue argileuse aux broyeurs pour matières premières.

Ce n'est qu'à la suite d'un examen approfondi que la décision a été prise d'installer des pompes à plongeurs, aussi bien pour la boue argileuse que pour la boue ordinaire; on avait envisagé l'emploi, soit d'élevateurs à air comprimé, soit de pompes centrifuges, mais l'éloignement du pays d'origine a fait donner la préférence au matériel ayant les organes les plus simples. Pour la boue argileuse, on avait préconisé les pompes centrifuges, mais cette solution a été écartée pour sauvegarder le principe de l'interchangeabilité des pièces; de plus, comme les pompes à boue sont en outre chargées du service d'eau, si elles avaient été du type centrifuge, on aurait été amené à les placer à une certaine profondeur, ce qui aurait présenté des inconvénients.

Le broyage des matières premières s'effectue dans des broyeurs compound, au nombre de trois, de 2 m de diamètre et de 12 m 20 de longueur. Le premier compartiment est pourvu d'un blindage à redans, en fonte, et comporte une charge de près de 9 tonnes de boulets en acier à 0,8% de carbone, de 125 et 100 mm. Le compartiment médian est pourvu d'un blindage lisse, et comporte environ 9,5 tonnes de boulets de 75 et 50 mm. Le dernier compartiment est pourvu d'un blindage "Silex," et comporte, comme agent broyeur, des "Cylpebs" de 25 et 19 mm. Chaque broyeur est actionné par un moteur de 450 ch, par le seul intermédiaire d'un train réducteur, à pignon, et roue formant ceinture. Deux de ces broyeurs suffisent pour satisfaire aux besoins de l'usine, lorsqu'elle travaille à la cadence normale de 144 heures par semaine, le degré de finesse obtenu correspondant à un refus de 5% sur tamis de 4900 mailles au centimètre carré. La boue est reprise par des pompes à trois pistons plongeurs de 203 mm de diamètre et 406 mm de course, qui la refoulent dans six cuves à boue, en béton, de 6 m 55 de diamètre intérieur et 10 m 40 de hauteur, contenant chacune 400 tonnes de boue. L'agitation se fait à l'air comprimé, et chaque cuve comporte dans ce but vingt quatre tuyaux à air de 19 mm, branchés sur un collecteur, d'où ils plongent dans la cuve. Ce dispositif fonctionne automatiquement; le contenu de chaque cuve est agité pendant un temps donné, à la suite duquel l'arrivée d'air est dérivée sur la cuve suivante. L'air comprimé est fourni par deux compresseurs verticaux Reavell, à double effet, la pression de refoulement étant de 2,8 kg/cm². La boue s'introduit dans les fours par une rigole en V, le réservoir nourrisseur à boue étant maintenu à niveau constant, et le trop-plein fait retour à une citerne placée dans le bâtiment à pompes. Les poussières récupérées dans l'équipement Lodge-Cottrell et dans les conduits de fumée sont renvoyées aux fours avec la boue.

Les fours, au nombre de deux, ont 73 m 15 de longueur et 2 m 35 de diamètre. Le diamètre de la zone de scorification est porté à 3 m 35, et celui de la zone des flammes à 2 m 74. Le refroidisseur-récupérateur forme un prolongement du four lui-même, la longueur totale étant ainsi de 77 m 40. Sur 21 m 50 de longueur en amont, le four est équipé de chaînes, pour activer le séchage de la boue. Le corps principal du récupérateur a 2 m 75 de diamètre et 4 m 25 de longueur, et diminue du côté de la sortie jusqu'à 2 m 40 de diamètre. A l'extrémité aval, également répartis sur la circonférence, sont fixés dix tronçons en fonte, qui conduisent le clinker partiellement refroidi dans le même nombre de cylindres en tôle de 1 m 05 de diamètre, pourvus de palettes hélicoïdales, en acier résistant à la chaleur. Le clinker change de direction et s'achemine vers l'extrémité amont du four; il parvient ainsi aux orifices de décharge, où il tombe sur un transporteur à secousses, doublé par un transporteur de secours identique. La production garantie est de 1000 tonnes de clinker par semaine et par four, la consommation de charbon normal étant 23% du poids du clinker. On estime que la garantie sera dépassée en ce qui

concerne la production, sans que la consommation de charbon s'en ressente, car les fours de cette dimension doivent produire aisément 1200 à 1300 tonnes de clinker par semaine, sans que la consommation de charbon augmente par trop. Les gaz brûlés du four s'engagent dans le carneau commun en briques ordinaires doublé de briques réfractaires, qui les conduit à l'équipement de dépoussiérage électrique Lodge Cottrell; ils sont repris par deux ventilateurs Davidson à haute pression, branchés de côté et d'autre de l'équipement Lodge Cottrell, qui les refoulent sur la base de la cheminée commune. On a prévu, en outre, un conduit de fumées reliant directement le carneau à la base de la cheminée, qui permet de court-circuiter le dépoussiéreur en cas de dérangement, et que l'on utilise également pour les réparations et le nettoyage. La cheminée, en tôle, garnie de briques réfractaires, est stable par elle-même; la partie métallique a 45 m 75 de hauteur, et la virole de faite a 3 m 25 de diamètre. Le piédestal sur lequel repose la cheminée a 4 m 25 de hauteur, comptés au dessus du sommier.

Le transporteur à secousses amène le clinker aux broyeurs à cylindres; ces derniers, de 0 m 60 de diamètre et 0 m 45 de longueur, sont cannelés. Les fragments arrivent ainsi à l'élévateur de 0 m 45 (doublé par un élévateur de secours) placé à l'entrée du magasin à clinker. L'élévateur se décharge sur une balance automatique Mather, du type rotatif, et le clinker est repris par un convoyeur à courroie relevée sur les bords, qui dessert le magasin à clinker dans toute sa longueur; la décharge du convoyeur peut s'effectuer sur un point quelconque au moyen d'un crapaud, monté sur galets de roulement. Le clinker est repris du magasin par un deuxième convoyeur à courroie de 0 m 50 relevée sur les bords, installé dans une galerie en sous-sol; le clinker arrive sur la courroie par des ouvertures pratiquées dans le plancher. A l'extrémité opposée du magasin (côté appontement), le clinker est repris par un élévateur, puis transporté par convoyeur à courroie plate de 0 m 60 jusqu'aux accumulateurs en béton armé installés au dessus des broyeurs à ciment, la décharge étant assurée par des socs.

Les accumulateurs à clinker et à gypse forment trois batteries, chacune d'elle étant affectée à l'un des trois broyeurs à ciment. Le gypse passe par un broyeur de 0 m 50 x 0 m 15, il est repris par un élévateur de 0 m 20, et réparti dans les accumulateurs par un convoyeur à courroie avec soc mobile. La capacité individuelle des accumulateurs est de 200 tonnes de clinker en vrac, et celle des accumulateurs de gypse est de 35 tonnes chacun. L'alimentation des broyeurs en clinker et en gypse est faite par des tables, de 1 m 35 pour le clinker, et de 0 m 90 pour le gypse, placées sous leurs accumulateurs respectifs. Les broyeurs à ciment sont du type compound, à trois compartiments; ils ont 11 m de longueur et 2 m de diamètre. Le premier compartiment est pourvu d'un blindage à redans, en fonte, et comporte une charge de 6,5 tonnes de boulets en acier à 0,8% de carbone, de 125 et 100 mm; le compartiment médian est pourvu d'un blindage lisse en tôle d'acier, et comporte une charge de 8 tonnes de boulets de 75 et 50 mm. Le dernier compartiment est pourvu d'un revêtement en "Silex," et l'agent broyeur est constitué par 15 tonnes de "Cylpebs," de 25 et 19 mm. Les broyeurs sont actionnés par moteurs électriques de 450 ch, l'organe de transmission étant un train réducteur comportant un pignon et une roue formant ceinture. Ces broyeurs sont garantis pour une production de 8 tonnes de ciment à l'heure, avec 5% de refus sur tamis de 4900 mailles, et une production de 4,75 tonnes à l'heure pour le ciment à durcissement rapide, avec 1% de refus. Cet atelier est pourvu d'un équipement très complet de dépoussiérage par filtres à manche, système Visco-Beth; cet équipement est branché partout où les poussières pourraient se

répandre dans l'air. A la sortie des broyeurs, le ciment est repris par une vis transporteuse de 0 m 35 de diamètre, qui se décharge dans la cuvette d'un élévateur. Cet élévateur a 0 m 45 de largeur, et ses tambours sont distants de 16 m 75 d'axe en axe; la décharge rejoint une vis transporteuse supportée par une passerelle qui traverse la route. Un deuxième élévateur, avec tambours distants de 20 m d'axe en axe, amène le ciment au dessus des silos. L'équipement transporteur de ciment qui relie les broyeurs aux silos est doublé d'un équipement identique, non seulement à titre de secours, mais aussi pour assurer simultanément le transport du ciment ordinaire et du ciment à durcissement rapide, quand l'atelier de mouture produit en même temps ces deux qualités. Les silos, en béton armé, et au nombre de huit, supportent un système de vis transporteuses de 0 m 45 de diamètre, qui amènent le ciment à l'un quelconque d'entre eux. Ces silos ont 9 m 10 de diamètre intérieur, et 26 m 65 de hauteur, hors tout. Sept des silos contiennent chacun 2150 tonnes de ciment, mais le huitième est divisé radialement en huit compartiments, et comporte un escalier axial qui permet de prélever des échantillons dans les compartiments, à toute hauteur; les compartiments contiennent environ 190 tonnes chacun. Sous chaque rangée de silos se trouvent deux vis transporteuses de 0 m 45, qui amènent le ciment aux trémies des machines des ateliers d'emballage; ces ateliers forment un bâtiment à deux étages, le premier réservé à l'ensachage, et le second à l'embarillage. La question de l'ensachage a présenté certaines difficultés, car les sacs employés par la société contiennent 115 kg de ciment, et sont trop grands pour que les machines d'ensachage automatique ordinaires puissent en assurer la manutention. La solution finalement adoptée a consisté à disposer sous chaque trémie deux balances à plateforme, ce qui fait huit balances au total; ces balances comportent des cadrans gradués jusqu'à 115 Kg, non compris le poids du sac. Un homme se tient entre deux balances et manœuvre le registre de la trémie pour régler l'arrivée du ciment à l'une et l'autre balance. Le sac repose sur la plateforme de la balance, ainsi agencée que l'avant-bec d'un diable peut le prendre par en-dessous. L'arrivée du ciment est coupée quand l'aiguille indique le poids voulu sur le cadran, et le manœuvre enlève le sac avec son diable. On compte que les opérateurs acquerront rapidement une grande habileté pour apprécier le moment où il faut couper l'arrivée du ciment, mais il est prévu que l'appoint sera fait sur une balance spéciale. Les sacs sont cousus et fermés à l'étage même, et envoyés au rez-de-chaussée dans un dévaloir; de là ils sont transportés au magasin, aménagé pour recevoir le ciment en sacs. L'embarillage se fait au rez-de-chaussée de la même manière, sauf que chaque balance est pourvue d'un mécanisme à secousses; il n'y a qu'une seule balance par trémie d'embarillage, ce qui fait quatre balances en tout; toute la machinerie de pesage donc il vient d'être fait mention a été fournie par MM. Henry Pooley et Fils. L'équipement de dépoussiérage Visco-Beth, annexé au bâtiment d'emballage, est branché partout où il pourrait se répandre du ciment dans l'atmosphère.

Le combustible destiné aux fours rotatifs est composé de deux qualités de charbon, mélangées en proportions égales. Le charbon arrive par un téléférique aérien dont la benne se vide à une extrémité du parc; il est repris par une grue roulante Morris, d'une force de 1,5 tonne, qui le met en réserve de côté et d'autre de la route principale, formant ligne de démarcation pour les deux qualités de charbon. L'une des zones d'emmagasiner est plus large que l'autre, parce qu'elle est réservée au charbon à haute teneur en matières volatiles, que l'on ne peut emmagasiner sur une hauteur de plus de 2 m 50, à cause du danger d'inflammation spontanée. Le parc à charbon a été prévu d'une étendue suffisante pour recevoir le chargement complet d'un vapeur

**PLUSIEURS
CENTAINES DE
TONNES DE
BALLPEBS
et de
CYLPEBS
"CHROMOÏDS"**

Déposés en Angleterre
sous le No. 478454.

**ONT ÉTÉ FOURNIES LORS DE LEUR
MISE EN ROUTE PAR HELIPEBS LIMITED,
À DE NOMBREUSES CIMENTERIES
NOUVELLEMENT INSTALLÉES OUTRE-
MER, QUI N'ONT VOULU AVOIR RE-
COURS À AUCUN AUTRE FOURNISSEUR
POUR LA CHARGE DE LEURS BROYEURS**

Ce n'est pas sans raison que la direction technique de ces usines a fixé son choix sur les "CHROMOÏDS"; nous sommes à votre entière disposition pour vous documenter à ce sujet. Les "CHROMOÏDS" sont le résultat de longues années d'expérience, consacrées à la fabrication exclusive des corps broyeurs pour l'industrie du ciment.

HELIPEBS LIMITED, Premier Works, GLOUCESTER, ANGLETERRE.

charbonnier, et il est nécessaire d'abriter le charbon de la pluie. La même grue reprend le charbon et se décharge au dessus de deux trémies en béton, installées du côté opposé au télétrique. Le débit des trémies est réglé par des tables d'alimentation (diamètre 1 m 20) placées en dessous; le charbon est repris par un convoyeur à courroie de 0 m 50, dont la décharge se fait au dessous de l'un ou l'autre des deux accumulateurs en béton qui surplombent les pulvérisateurs à charbon, et dont la capacité est de 60 tonnes de charbon en vrac chacun. Le charbon arrive ainsi aux pulvérisateurs à courant d'air, au nombre de deux, dont un seul est suffisant pour assurer la marche des deux fours. Les pulvérisateurs ont 2 m 20 de diamètre et 2 m 40 de longueur, et sont complétés par une canalisation de gaz chauds, un cyclone, etc. L'air chaud est aspiré à la base du four, et traverse le pulvérisateur par aspiration; il passe par le cyclone, et ensuite par le ventilateur qui alimente le brûleur, au moment de retourner au four avec le charbon pulvérisé. La capacité des pulvérisateurs est de 4,25 tonnes à l'heure chacun, la teneur en eau du charbon étant au maximum de 10%. Le charbon pulvérisé est repris par un élévateur qui se décharge dans deux trémies d'attente, chacune d'une capacité de 10 tonnes de charbon non tassé; il est extrait par une double vis transporteuse, qui l'achemine sur deux ventilateurs à haute pression pour être refoulé dans les fours.

Dans une situation si éloignée du pays d'origine, il est de toute nécessité d'avoir un atelier de réparation parfaitement équipé; cet atelier comporte un tour de 265 mm de hauteur de pointes, une perceuse radiale de 1 m 50 de portée, une mortaiseuse, une scie alternative à moteur, une machine à fileter

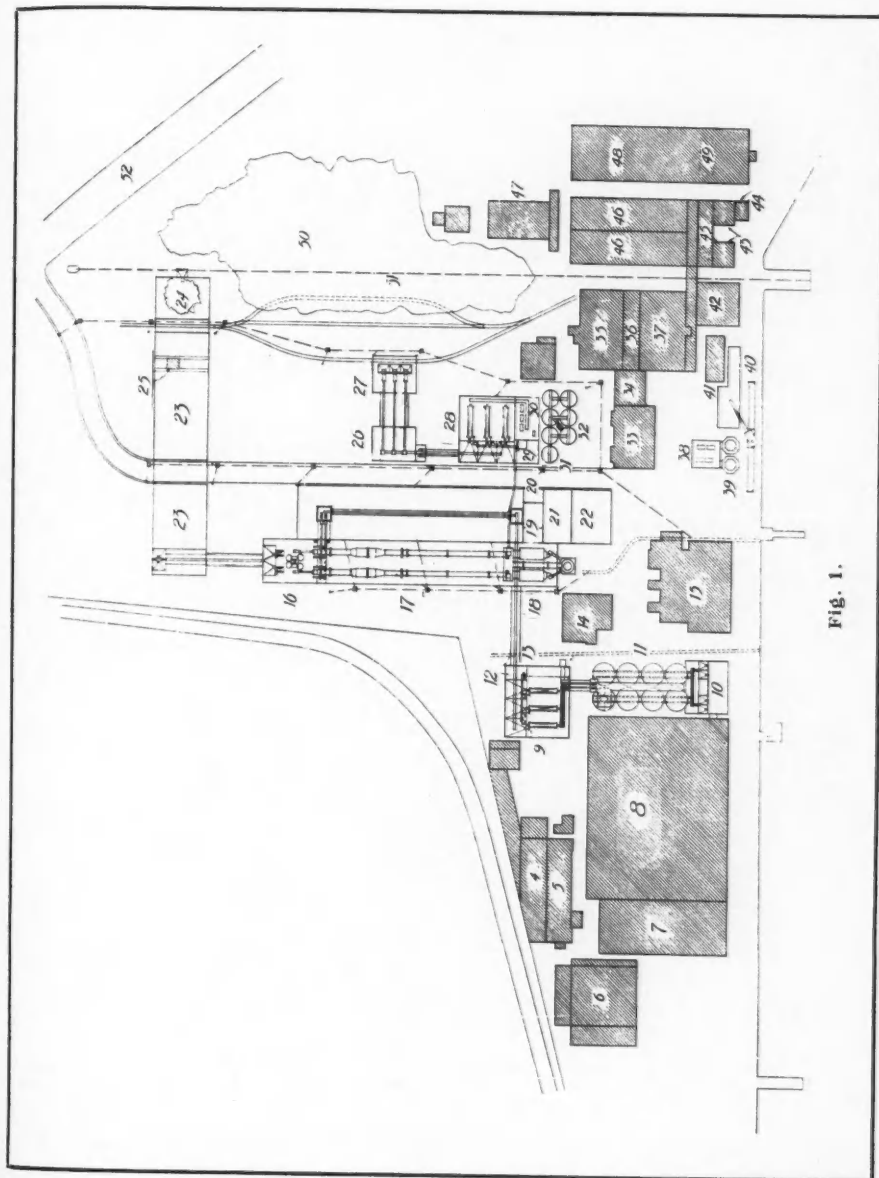


Fig. 1.

les tubes de 100 mm, une raboteuse de 2 m 40 de course, une perceuse sensitive, un étau-limeur, un marteau-pilon atmosphérique de 100 kg, des meules à affûter les forêts, des meules en grès; on transférera en outre de l'usine existante trois tours, dont l'un à serrage automatique dans les deux sens, le deuxième servant à fileter, et le troisième à surfacer. On a prévu en outre un équipement de soudure acétylénique, une riveteuse pneumatique, ainsi que tout l'équipement de montage, tel que vérins, palans, treuils, etc.

L'énergie sera achetée à la China Light & Power Co, Ltd, dont la station touche à l'usine. Le courant triphasé, de 50 périodes, arrivera à la sous-station de transformation de l'usine à 6600 volts; pour les grands moteurs, à partir de 200 ch, la tension sera abaissée à 2200 volts, et pour les petits moteurs elle sera ramenée à 350 volts. Les moteurs, appareillage de distribution, transformateurs, et autres, sont fournis par la Metropolitan-Vickers, Ltd, qui installe également le réseau d'éclairage de l'usine.

Pour une place aussi éloignée que Hong-Kong, il est nécessaire de prévoir un ample approvisionnement de pièces de rechange, et d'unifier autant que possible les convoyeurs, élévateurs, transmissions, etc. Cette question a été examinée avec le plus grand soin, et on a unifié les pièces pour toute l'usine dans la mesure du possible, quitte à augmenter ou à diminuer légèrement une des dimensions des appareils, comme la largeur des courroies transporteuses, ou des godets d'un élévateur. C'est également la raison pour laquelle on s'est efforcé de simplifier au possible les plans de l'usine, tout en tenant compte des progrès les plus récents. A titre d'exemple, on a exposé un peu plus en détail la question des pompes; à chaque occasion semblable, on a choisi parmi les diverses solutions, d'un mérite presque égal, celle donnant la disposition la plus simple, compatible avec une exploitation économique, tout en appliquant les derniers perfectionnements.

LES BLOCS ALUMINEUX À HAUTE TENEUR

CURTIS

ONT ÉTÉ EMPLOYÉS POUR LE GARNISSAGE
DES FOURS DES GREEN ISLAND CEMENT WORKS.

Les blocs CURTIS restent en service plus longtemps que tous autres. Sur simple demande, nous adressons tous renseignements, ainsi que notre catalogue, qui vous montrera les économies à réaliser sur votre garnissage, par l'emploi de nos blocs.

ALGERNON LEWIN CURTIS

Boîte postale 61.

LABORATOIRES WESTMOOR

Téléphone : Chatteris 61.

— **CHATTERIS** —

ANGLETERRE

Adresse télégraphique : "Westmorlab, Chatteris."

La fig. 1 (page 439) est un schéma montrant la disposition générale de l'usine: (1) Plan des installations de la Green Island Cement Co, à Hong Kong; (2) Les anciennes constructions sont indiquées par des hachures; (3) Echelle en pieds; (4) Atelier de tonnellerie; (5) Séchage des douves de tonneaux; (6) Scierie; (7) Expédition du ciment; (8) Emballage du ciment des anciens ateliers; (9) Broyeurs à ciment; (10) Emballage du ciment; (11) Silos à ciment; (12) Dépôt de gypse; (13) Elévateur et broyeur à gypse; (14) Atelier mécanique; (15) Bureaux; (16) Broyeurs à charbon; (17) Atelier des fours; (18) Installation électrique pour la captation des poussières; (19) Transformateurs Lodge; (20) Salle du Compresseur; (21) Sous-station électrique; (22) Atelier mécanique; (23) Dépôt de charbon (2000 tonnes); (24) Déchargement du charbon; (25) Pont roulant Morris; (26) Broyeurs à cylindres; (27) Broyeurs à mâchoires; (28) Premiers broyeurs; (29) Dépôt de sable; (30) Pompes à boue; (31) Cuve à argile; (32) Cuves à boue; (33) Chaudières; (34) Machine; (35) Broyeur n° 2; (36) Travée des transmissions; (37) Broyeur n° 5; (38) Pompes à argile; (39) Mélangeurs à argile; (40) Dépôt d'argile; (41) Machine; (42) Dépôt de pierres sous hangar; (43) Machine; (44) Chaudière; (45) Broyeurs à charbon; (46) Fours rotatifs; (47) Installation de captation de poussière; (48) Clinker; (49) Charbon; (50) Dépôt de pierre à chaux; (51) Transporteur aérien; (52) Route de Kowloon.

La figure 2 (page 389) est une vue du parc à calcaire, prise en regardant les fours; la figure 3 (page 390) est une vue prise de derrière l'atelier de pulvérisation du charbon, en regardant vers la plateforme des cuiseurs; à l'extrême droite, on peut voir l'amorce de la charpente des silos à ciment. Les deux photographies ci-dessus ont été prises en Janvier 1931.

(*.*Nous comptons publier prochainement un deuxième article sur cette nouvelle usine, dès qu'elle aura fonctionné quelque temps, pour donner les résultats effectifs de son exploitation. M. Henry Pooley, qui a bien voulu rédiger pour nous le présent article, est l'ingénieur conseil de la Green Island Cement Co, Ltd, et a assumé l'entière responsabilité de l'équipement décrit).

Au sujet des annonces.

TOUTES les demandes de renseignements concernant les annonces dans "International Cement et Cement Manufacture" doivent être adressées à Concrete Publications Limited, 20 Dartmouth Street, London, S.W.1, England.

Le texte de l'annonce doit parvenir à cet office au plus tard le 25 du mois précédant celui de la parution. Dans le cas où un nouveau texte ne serait pas parvenu à cette date, les éditeurs se réservent le droit de reproduire le texte précédent.

Dans le cas d'annonces devant être imprimées en plus d'une seule langue, on doit fournir soi-même les traductions. Si on le désire, les éditeurs se chargent de ce travail de traduction, mais il est entendu qu'ils ne pourraient assumer aucune responsabilité en ce qui concerne l'exactitude de la traduction.

Le choix d'un garnissage réfractaire, d'après la farine crue et ses constituants principaux, chaux, silice et alumine.

par O. FREY.

Pour arrêter le système de four qui convient le mieux à une cimenterie donnée, il est de la plus grande importance que soient exactement connues les substances qui jouent le rôle essentiel dans la formation du clinker; il est, par suite, nécessaire de connaître tout d'abord les matières premières dont on dispose, et ce, avec une précision telle que l'éventualité d'une erreur d'appréciation ne puisse être envisagée.

Une des qualités les plus importantes des matières premières est la régularité du gisement, à mesure de la progression de son exploitation; la régularité dont il s'agit ne concerne pas seulement la chaux, mais aussi la silice, l'alumine et le fer, données qui se résument dans le module des silicates. Pour que notre connaissance d'une matière première soit précise, il faut qu'elle fasse l'objet d'un examen qui permette de tracer des courbes de régularité bien définies, tant pour la chaux que pour le module des silicates.

Pour se rendre compte de la régularité d'un gisement de matières premières, il ne suffit pas de prélever un échantillon aux divers emplacements choisis; la méthode diffère suivant les conditions locales. Lorsque l'on se trouve en présence d'un gisement dont les couches se présentent comme sur la figure 1 (page 392), l'échantillonnage est relativement simple.

Sur chaque couche, dans le sens de la longueur, on prélève un échantillon tous les deux ou trois mètres, selon les circonstances; ces échantillons sont déposés dans le même ordre dans une caisse compartimentée, et numérotés, les chiffres correspondant à ceux du trou que l'on a creusé. On procède de même dans le sens vertical des couches, mais avec cette différence que les prélèvements sont plus nombreux; dans le sens vertical, ils se font alternativement au dessus et au dessous des prélèvements dans le sens longitudinal.

En procédant de la sorte, on obtiendra des données sûres pour la couche examinée. Ce travail semble important à première vue, mais il s'impose, étant données les suites graves que pourrait entraîner la moindre négligence.

Le mode de prélèvement qui vient d'être décrit est simple; on se trouve par contre en présence de certaines difficultés lorsque le gisement se présente comme celui de la figure 2 (page 392).

Quand les couches se présentent ainsi, la meilleure solution consiste à reconnaître à fond le gisement; on aura recours au sondage (sondages profonds), sans perdre de vue qu'ils doivent être ainsi conduits, que toutes les couches soient intéressées dans la formation des carottes. On veillera avec soin que les sondages n'atteignent pas une trop grande profondeur, ce que l'on évite facilement par une étude attentive des conditions géologiques, comme le montre la figure 2 (page 392). Pour vérifier que toutes les couches ont bien été attaquées, on redoublera l'opération du sondage pour la première et la dernière couche; les carottes ainsi obtenues donnent des indications sûres sur la composition des couches. En répétant les sondages à différents endroits, on connaîtra avec certitude les qualités de régularité du gisement.

Si, dans le cas précité, on veut économiser les frais qu'occasionnent les sondages profonds, on peut également se faire une idée suffisamment exacte du gisement en le découvrant à un endroit particulièrement favorable, pour mettre les couches à nu, de façon que l'on puisse examiner le gisement dans un plan perpendiculaire à sa direction, qui le coupe en totalité. Ce mode d'échantillonnage peut donner de bons résultats, mais n'offre pas les mêmes facilités pour se faire une opinion sur le gisement, que les sondages profonds.

On se trouve en présence d'un autre cas spécial, quand la situation est telle que les deux matières fondamentales existent dans le même gisement, où le calcaire recouvre la marne.

Dans ce cas, la solution la plus judicieuse serait de creuser une galerie de reconnaissance perpendiculaire à la direction des couches, qui fournisse des indications sûres (fig. 3, page 394). A mesure de l'avancement de la galerie, il est utile d'opérer les prélèvements dans l'ordre indiqué ci-dessous, que l'on adoptera une fois pour toutes pour éviter les erreurs.



Les points indiquent les emplacements du front de la galerie, où se fait le prélèvement des échantillons.

Lorsqu'après avoir combiné les résultats obtenus, on a tracé la courbe de régularité qui permet de prévoir la composition exacte de la matière première, on dispose des éléments nécessaires pour déterminer le garnissage du four, question qui est de la plus haute importance. En se basant sur la courbe de régularité, on peut dresser un tableau numérique qui expose clairement la situation. Pour dresser ce tableau, on est amené à faire les essais suivants.

1. Détermination du point de scorification de la farine brute.
2. Détermination du point de fusion de la farine brute.
3. Détermination précise de la composition moyenne de la farine brute.
4. Fixation des chiffres limites entre lesquels varie la composition du gisement.
5. Détermination quantitative du retrait, tant pour la farine brute, que pour le clinker.
6. Indication de la valeur minimum et de la valeur maximum du module des silicates.
7. Indication de la teneur maximum en chaux à envisager.

Le point de scorification est d'une importance primordiale dans le tableau, et il importe d'organiser la série des essais de telle sorte que sa détermination se fasse pour la teneur minima et maxima en chaux, et pour les valeurs limites du module des silicates. C'est sur le point de scorification que l'on se base pour arrêter le choix du garnissage, dont le point de scorification doit toujours être supérieur à celui de la farine brute, ou au moins égal. On commet par suite une erreur, que l'on ne voit faire que trop souvent, en mettant au premier plan le point de fusion, qui n'intervient que rarement dans le processus de la cuisson.

Le point de fusion sert surtout à faire connaître l'écart des températures qui existe entre le début de la scorification et la fusion totale des matières, état

dans lequel ces dernières commencent naturellement à manifester leur pleine activité chimique à l'égard du garnissage réfractaire.

Il est nécessaire de connaître avec précision la composition moyenne, pour pouvoir se faire une idée exacte de l'activité avec laquelle la farine brute réagira sur le garnissage réfractaire.

La détermination des valeurs limites qui concernent le gisement des matières premières indique dans quelle mesure il y aurait lieu éventuellement d'homogénéiser la farine brute, et, le cas échéant, si, pour cette opération, on doit faire appel à des installations ou à des méthodes spéciales. Pour qu'un gisement donné fournisse le meilleur ciment dont il soit capable, ni la teneur en chaux, ni celles en silice, alumine, et fer, ne doivent se traduire par une courbe; ces teneurs doivent être représentées par un tracé presque rectiligne, et ce n'est qu'à cette condition que l'on peut obtenir un agglomérant d'une résistance mécanique maximum.

Les matières premières qui forment la farine brute ont, comme nous le savons, chacune leur point de scorification particulier; on ne peut, par suite, faire aucune prévision en ce qui concerne le point de scorification de la farine, et nous ne pouvons que faire le classement approximatif suivant :

1. Farines brutes se scorifiant aisément	...	...	1300-1350°
2. Farines brutes se scorifiant normalement	...	...	1350-1450°
3. Farines brutes se scorifiant difficilement	...	...	1450-1550°

Parmi les farines brutes se scorifiant difficilement, on peut citer celles riches en silice, le quartz ne commençant à se scorifier qu'à une température de 2000°, et celles riches en alumine; cette substance, de même que le quartz, a un point de scorification élevé, et celui de la farine s'en rapproche, à mesure que sa teneur en quartz augmente. La teneur en chaux, que l'on règle par mélange, intervient également dans le point de scorification de la farine brute, dans la même mesure que le quartz et l'alumine.

On se rendra aisément compte des recherches à faire en se basant sur l'exemple ci-dessous :

CARACTÉRISTIQUES D'UNE FARINE BRUTE À POINT DE SCORIFICATION ÉLEVÉ.

Point de scorification	...	...	...	...	1500-1520°
Point de fusion	...	...	...	...	1600-1650°
SiO ²	...	...	...	...	14,00
R ² O ³	...	...	...	...	4,00
CaO	...	...	...	...	43,50
MgO	...	...	...	...	1,50
SO ³	...	...	...	...	0,50
CO ² H ² O	...	...	...	...	36,00
Alcalis, par différence	...	...	...	...	0,50
Module des silicates	...	...	...	...	3,5
Module hydraulique	...	...	...	...	2,4
Valeurs limites du module des silicates	...	...	...	...	3,0-4,0
Teneur maximum en chaux	...	...	...	...	44,0

Pour tirer parti de ces données, il n'y a plus qu'à considérer l'influence des cendres sur le point de scorification de la farine brute; cette influence se manifeste d'une façon tout à fait différente suivant les divers systèmes de fours, selon que les cendres passent en entier dans la farine, ou seulement en partie, et qu'elles se mélangent complètement, ou ne forment qu'une couche super-

ficielle. Dans le four vertical, l'action des cendres dépend de la finesse du charbon ou du coke pulvérisé, incorporé aux briques comprimées; dans le four rotatif, cette action dépend de la finesse du charbon projeté par le brûleur, et de la disposition des chicanes; la direction du brûleur joue également un rôle dans le four rotatif.

D'une façon générale il faut s'attendre à ce que, dans la majorité des cas, l'action des cendres du charbon se traduise par l'abaissement du point de scorification, la différence pouvant être estimée à 20-30° par rapport au point de scorification de la farine à l'état pur; il faut tenir compte de ce phénomène pour tirer parti des caractéristiques ci-dessus. Comme les cendres peuvent être de compositions très diverses, et que l'on est amené à les classer en cendres aisément et difficilement fusibles, il est nécessaire de les examiner à ce point de vue, pour connaître l'action qu'elles exercent sur le processus de la cuisson, et sur le garnissage réfractaire.

Certains charbons donnent des cendres d'une teneur en silice élevée, d'autres contiennent des oxydes de fer en proportion équivalente; il est nécessaire d'en tenir compte, sans négliger les conditions qui prévalent dans la marche des fours rotatifs ou verticaux.

En nous basant sur les propriétés de la farine brute, nous pouvons établir celles auxquelles doit répondre le garnissage réfractaire, pour qu'il résiste aussi longtemps que possible au travail qui lui incombe. Le tableau qui résume les propriétés auxquelles doit répondre le garnissage réfractaire se présentera par suite comme suit :

CARACTÉRISTIQUES D'UN GARNISSAGE RÉFRACTAIRE.

Point de scorification	...	...	...	1500-1520°
Point de fusion	...	...	...	1750-1800°
Etat physique	...	...	...	matériau aussi compact que possible
Coefficient de contraction	...	...	...	aussi faible que possible
Usure par frottement	...	...	...	aussi faible que possible
Résistance aux variations de température				Epreuve de mise à feu répétée

Pour une farine de la qualité spécifiée ci-dessus, il n'est pas possible d'envisager comme garnissage l'argile réfractaire ordinaire; on ne peut prendre en considération, dans ce cas, qu'un revêtement réfractaire de toute première qualité, fortement alumineux, revêtement capable, en outre, de résister à une farine très riche en silice. Le tableau ci-dessous donne la composition d'un garnissage fortement alumineux.

COMPOSITION D'UN GARNISSAGE FORTEMENT ALUMINEUX.

SiO ²	...	...	...	...	19,00
Al ² O ³	...	...	...	...	71,00
Fe ² O ³	...	...	...	...	5,00
CaO	...	...	...	...	1,00
Densité apparente	...	...	...	...	2,4
Densité réelle	...	...	...	...	3,4
Point de scorification	...	...	...	...	1500°
Point de fusion	...	...	...	...	1750°-1800°
Expansion cubique	...	...	...	...	Expansion à partir du cône de Seger No. 15 (1435°)

Un tel revêtement réfractaire, s'il est préparé avec le soin voulu, durera très longtemps quand on l'emploie comme garnissage, aussi bien dans les fours rotatifs que dans les fours verticaux, même au contact d'une farine brute ayant l'activité chimique de celle mentionnée plus haut; cette durée suppose naturellement que la mise en place du garnissage a été faite avec le plus grand soin, et que, pour la première mise à feu, on a chauffé rapidement, toutes conditions faciles à remplir. La durée d'un tel garnissage sera d'au moins 8 ou 10 mois, si ce n'est plus.

Les figures 4 (page 395) montrent de quelle façon le clinker de ciment Portland réagit sur les revêtements des fours des diverses qualités; elles confirment l'avantage incontestable des revêtements alumineux. Avec l'argile réfractaire (A), le clinker s'est transformé en une scorie vitrifiée qui, par fusion, a pénétré profondément dans le garnissage; pour les briques Dinas (B), on voit que ces dernières ont été rongées par le clinker, qui y a creusé un trou profond, et l'a fait éclater. Par contre, avec la brique à haute teneur en alumine (C), on récupère à la sortie du four la totalité du clinker, et la brique n'a été nullement attaquée.

Outre la teneur en alumine, la compacité du matériau est de la plus grande importance; plus elle est grande, plus la matière active à l'état liquide éprouve de difficulté à pénétrer dans les pores du garnissage, difficulté qui fait obstacle à sa décomposition. La compacité est une qualité à laquelle il y a lieu de prêter la même attention qu'à la composition chimique. Il va de soi qu'au moment où le garnissage subit un commencement de ramollissement, sa tenue au point de vue expansion et contraction joue un grand rôle. Si la contraction au point de scorification est élevée, le revêtement est naturellement sujet à se fissurer; ces fentes sont envahies par la matière active, d'où augmentation de la surface d'attaque. Il est par suite important de veiller à ne pas prendre, comme garnissage des fours à ciment, un matériau présentant une forte contraction.

En se basant sur l'exemple qui vient d'être exposé, il sera facile de déterminer les caractéristiques du garnissage des fours, lorsqu'il s'agit de farines ayant un point de scorification moins élevé. Le graphique de la figure 5 (page 396) fournit les indications nécessaires pour déterminer les caractéristiques d'un revêtement en fonction d'une farine brute donnée.

L'écart de 25°, que l'on a adopté pour les points de scorification de la farine et du garnissage, n'est pas à considérer comme un chiffre absolu; il n'est donné qu'à titre approximatif, pour faire voir dans quel ordre se présentent ces valeurs.

Pour les farines des deux dernières catégories, à point de scorification bas ou normal, les garnissages qui conviennent sont naturellement d'autant plus nombreux que le point de scorification est plus bas; l'argile réfractaire ordinaire de lère qualité peut, dans ce cas, soutenir la comparaison avec les garnissages fortement alumineux. Tenant compte des observations précédentes, nous pouvons établir la récapitulation suivante:

Farines à point de scorification bas, de 1300 à 1350°.	Farines à point de scorification normal de 1350 à 1450°.	Farines à point de scorification élevé, de 1450 à 1550°.
Comme garnissage on peut envisager l'emploi de:		
(a) argile réfractaire de lère qualité.	(a) argile réfractaire de lère qualité.	(a) matériaux fortement alumineux.
(b) matériaux fortement alumineux.	(b) matériaux fortement alumineux.	(b) argile réfractaire de lère qualité à rejeter.
(c) béton de clinker.	(c) béton de clinker.	(c) béton de clinker.

Il n'est pas inutile de rappeler la remarque précédemment faite, que la présence de cendres dans la farine abaisse son point de scorification; on peut abaisser encore davantage ce point par l'addition de fondants, si du moins ces derniers permettent d'envisager l'emploi d'un garnissage d'acquisition plus avantageuse, compte tenu du tableau des caractéristiques générales.

Il y a lieu de remarquer, en outre, que même avec les farines à point de scorification normal, l'emploi de l'argile réfractaire de 1^{ère} qualité se présente souvent dans des conditions critiques, surtout dès que la température de scorification dépasse 1400°; lorsque le cas est ainsi douteux, on aura avantage à adopter un garnissage plus sûr, tel que les briques fortement alumineuse, etc.

En ce qui concerne l'emploi de béton de clinker comme garnissage réfractaire, il y a lieu de noter qu'avec cette solution on se trouve placé dans de très bonnes conditions, si l'on a surveillé avec soin sa préparation. Ce garnissage présente l'avantage d'être constitué par le même matériau que la farine elle-même, ce qui supprime tout phénomène d'ordre chimique, de sorte que la qualité du garnissage ne dépend plus que des conditions dans lesquelles il a été réalisé.

Instruments de mesure et instruments enregistreurs pour fours rotatifs.—II.

par A. C. DAVIS.

DIRECTEUR ADMINISTRATEUR DES USINES DES ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.

L'appareil enregistreur "Arkon" a pour objet de déceler la présence, soit de l'acide carbonique seul, soit à la fois de l'acide carbonique et de l'oxygène; il est basé sur le principe de l'absorption, et comporte l'emploi de potasse caustique comme réactif pour l'acide carbonique, et de bâtons de phosphore pour l'oxygène. Les indications sont par suite obtenues directement, et non par différence; l'aspirateur, qui fonctionne à l'eau ou au moyen de l'électricité, est généralement réglé pour permettre trois lectures à l'heure.

La figure 13 (page 398) représente l'appareil, équipé à la fois pour l'acide carbonique, et pour l'oxygène; il indique la proportion centésimale de ces deux gaz, mais, en ce qui concerne l'oxygène, sa région d'utilisation normale concerne des teneurs relativement élevées pour un four rotatif, et il est par suite difficile d'apprécier à la lecture les petites différences que présente, en fait, la teneur en oxygène.

L'appareil enregistreur "W.R." pour l'acide carbonique fonctionne également sur le principe de l'absorption, mais, contrairement à la plupart des appareils de ce genre, il donne des indications continues. Les figures 14 et 15 (page 399) sont respectivement le schéma de l'appareil indicateur seul, et la vue de l'appareil à la fois indicateur et enregistreur. (R, absorbant; P, vase poreux; P₁, bouchon; G, tube manométrique; F, filtre; F₁, tube de remplissage du flacon pour débit visible; L, couvercle; E, robinet; Z, tube d'entrée des gaz dans le flacon pour débit visible; B, flacon pour rendre visible la circulation des gaz; S, aspirateur; X, tuyauterie de retour à l'ouïe du ventilateur, en cas de tirage induit). Les organes d'absorption comportent deux récipients, extérieur et intérieur, ce dernier étant un vase poreux qui contient le réactif absorbant sous forme de cartouche. L'une des deux branches d'un manomètre

à colonne d'eau est branchée sur le récipient extérieur, et l'autre sur le récipient intérieur. Les gaz chargés d'acide carbonique circulent dans le récipient extérieur sous l'action d'un aspirateur, comme d'habitude; une fraction des gaz traverse le vase poreux, à l'intérieur duquel l'acide carbonique est absorbé par le réactif. Il en résulte que la pression est plus faible dans ce récipient que dans le récipient extérieur, différence que fait ressortir le manomètre à colonne d'eau. Le déplacement de la suite sans entretien de la quantité d'acide carbonique présent dans les gaz.

L'appareil enregistreur "Electróflo" s'applique également à l'acide carbonique, et se distingue des dispositions généralement adoptées pour les appareils de ce genre. Tous les tubes de verre et de caoutchouc s'y trouvent supprimés, l'aspirateur est un appareil actionné mécaniquement, et les pièces mobiles sont toutes immergées dans l'huile; on a entièrement éliminé l'emploi de l'eau. Le récipient absorbeur largement dimensionné que comporte l'appareil, permet à ce dernier de fonctionner plusieurs mois de suite sans entretien. La figure 16 (page 400) en montre la disposition caractéristique, qui s'applique aussi bien à l'appareil indicateur qu'à l'appareil enregistreur; pour l'un des modèles de l'appareil enregistreur, le ruban diagramme consigne les résultats pendant plusieurs semaines de suite. La figure 17 (page 401) représente un appareil à la fois indicateur et enregistreur, à diagramme circulaire.

Comme pour beaucoup d'autres prélèvements opérés dans un but scientifique, la méthode d'échantillonnage joue un rôle très important. Lorsque la prise ne dure que quelques secondes, autrement dit s'il s'agit d'une prise instantanée, l'échantillon ne peut fournir d'indication sur la teneur moyenne, sauf si les conditions restent identiques pendant de longues périodes, ce qui est rarement le cas pour les fours rotatifs en marche industrielle. Il est par suite très avantageux que l'échantillonnage s'étende sur une période aussi longue que possible. Un prélèvement opéré pendant une durée de dix ou vingt minutes fournit déjà un échantillon très satisfaisant, mais, pour certaines déterminations, il est préférable que le prélèvement s'étende sur une période beaucoup plus longue, de vingt ou vingt quatre heures par exemple. Avec les appareils enregistreurs, les prélèvements ne se font généralement que pendant de courtes périodes, mais, comme ils se répètent un grand nombre de fois par heure, on obtient néanmoins une bonne moyenne.

Quand on emploie un appareil "Orsat," on recueille généralement l'échantillon dans un récipient, sur lequel on prélève 100 cm³ de gaz à fin d'analyse. Si l'on ne dispose pas d'échantillonneurs proprement dits, on peut faire rapidement une prise de courte durée au moyen de flacons d'environ un litre, à large goulot, disposés comme le montre la figure 18 (page 402). Le flacon destiné à recevoir l'échantillon est complètement rempli d'eau, et comporte un siphon par lequel il se vide dans un autre flacon; la vitesse d'écoulement est réglable. Il est facile de régler la vitesse d'écoulement de l'eau, pour que la prise de l'échantillon s'étende sur une période de vingt minutes. Il est essentiel que l'eau du flacon ne contienne en dissolution aucune substance susceptible d'absorber l'acide carbonique, et il est judicieux de faire barbotter aussi longtemps que possible les gaz à analyser dans l'eau destinée au flacon, pour qu'elle se sature d'acide carbonique. Pour se prémunir contre toute absorption d'acide carbonique par l'eau, on recouvre quelquefois cette dernière d'une couche d'huile de pétrole, mais ce procédé est salissant.

Il existe plusieurs modèles d'échantillonneurs continus; avant d'acquiescer un tel appareil, il est judicieux de se rendre compte s'il comporte un dispositif permettant de régler l'allure de l'aspiration. Si le fond du réservoir

échantillonneur est percé d'un trou pour l'écoulement de l'eau, la colonne d'eau diminuera progressivement de hauteur, ce qui ralentit à mesure l'allure de la prise. Les appareils de ce genre les mieux conditionnés comportent un pot à niveau constant, analogue à celui des carburateurs d'automobile; l'eau, soutirée de ce pot, s'écoule par suite à la même vitesse pendant toute la durée de la prise. La figure 19 (page 402) représente un échantillonneur de ce genre.

Poste de mesure pour la boue.—Dans les usines à four rotatif appliquant le procédé humide, on introduit généralement la boue dans le four en amont, soit au moyen d'une mécanique à cuillers, soit par un élévateur à godets.

La mécanique à cuillers consiste en un croisillon à quatre branches creuses, ou davantage, à l'extrémité desquelles sont fixés des godets. A mesure qu'une branche se rapproche de la verticale, la boue contenue dans le godet s'écoule par la branche creuse, jusqu'au moyeu également creux, d'où elle rejoint le conduit qui alimente le four. Cette partie de l'appareil est actionnée par un moteur à vitesse variable, ce qui permet de régler l'alimentation. Si le niveau de la boue reste bien constant dans la caisse de l'appareil, il est facile de déterminer le poids de matière qui parvient au four en un temps donné; il suffit de savoir combien de fois les godets ont opéré un prélèvement de boue, renseignement que fournit instantanément le compteur. La figure 20 (page 403) représente la disposition générale d'une mécanique d'alimentation à cuillers. Si cette mécanique est un élévateur à godets, comme celui représenté figure 17 (page 401), on peut connaître la quantité de matières arrivant au four aussi bien que s'il s'agissait d'une mécanique à cuillers. L'élévateur à godets doit également être actionné par un moteur à vitesse variable, pour que l'opérateur soit à même de régler exactement l'alimentation du four.

On pourrait donner bien d'autres formes au poste de mesure de l'alimentation en boue, en employant soit un cône Venturi intercalé dans la conduite d'amenée, soit l'un des nombreux dispositifs de mesure à déversoir. Aucune de ces méthodes ne s'est généralisée en Angleterre, en raison de la nature colloïdale de la boue, qui provoque des dépôts adhérents de matières en diverses parties de ces appareils.

Teneur en eau de la boue.—Pour déterminer la quantité d'eau que contient la boue crue au moment où elle franchit l'extrémité froide du four, on peut, soit prélever un échantillon instantané, soit opérer par échantillonnage continu. L'échantillonnage continu n'est pas facile à réaliser en raison de la nature colloïdale d'une importante partie des matières qui la constituent; si toutefois la boue circule dans une rigole découverte, on peut réaliser un échantillonneur simple en montant une roue à jante plate dans l'axe de la rigole, à la hauteur voulue pour que la boue la mette en rotation; une petite quantité de boue reste adhérente à la jante, que l'on détache au moyen d'une râclette, pour la faire couler dans le vase d'échantillonnage.

Pression de l'air et des gaz.—Pour régler dans de bonnes conditions la marche du four rotatif, il est essentiel de connaître la pression des gaz dans le four, et celle de l'air dans la conduite d'alimentation du brûleur. On relève généralement les indications suivantes :

- (1) Dépression en aval du four.
- (2) Pression dans la caisse des flammes.
- (3) Pression statique de l'air dans la conduite d'amenée du charbon pulvérisé.

Qu'elle soit négative ou positive, la pression de l'air et des gaz s'évalue généralement en centimètres de colonne d'eau; certains préfèrent toutefois l'évaluer en millimètres de mercure.

Les manomètres les plus simples sont ceux en "U"; on peut les réaliser très facilement en repliant un tube en verre, pour lui donner la forme indiquée. Les manomètres de ce genre donnent des résultats très satisfaisants pour mesurer les différences de pression d'au moins 10 mm, mais, pour les différences plus faibles, il est très difficile d'en faire la lecture; ils présentent toutefois ce désavantage d'être très sensibles aux brusques fluctuations de la pression, ce qui communique à la colonne d'eau un mouvement d'oscillation. Le manomètre reçoit la pression à mesurer par un tube, naturellement rempli d'air ou de gaz, dans lesquels il suffit qu'une faible fraction de l'eau du manomètre s'évapore pour en déplacer le zéro; il en est de même si la vapeur d'eau diluée dans cet air ou ces gaz se condense. Une erreur couramment commise consiste à intervertir les branches du manomètre, et à prendre une pression positive pour une pression négative, et réciproquement. La pression fait monter la colonne d'eau dans une des branches, et descendre dans l'autre; comme seule l'une des branches est pourvue d'une échelle, un changement de pression de 1 cm n'y est indiqué que par une dénivellation de 0,5 cm, ce qui fait que cet instrument est d'une lecture très difficile pour les petites pressions. Malgré ces inconvénients, les manomètres de ce genre ont été largement utilisés pendant de longues années; la figure 22 (page 406) représente un tel manomètre.

La plupart des inconvénients que comporte l'emploi des manomètres en "U" se trouvent éliminés dans les manomètres à échelle en vraie grandeur, dits manomètres "Arkon." Ces appareils comportent un unique tube rectiligne en verre, dont une extrémité débouche dans une cuvette, dont la surface est un multiple élevé de la section utile du tube; l'autre extrémité du tube communique avec la pression à mesurer. Dès qu'une pression s'exerce à cette extrémité libre, la colonne d'eau se déplace vers le haut ou vers le bas selon qu'il s'agit d'une dépression ou d'une surpression, l'eau restant toutefois pratiquement à niveau constant dans la cuvette par suite de la grande superficie de cette dernière par rapport à la section du tube. Les déplacements de la colonne d'eau correspondent ainsi en vraie grandeur aux différences de pression mesurées; en d'autres termes, à un déplacement de 1 cm correspondra une différence de pression de 1 cm. Du fait de la grande superficie de la cuvette, les petites différences en plus ou en moins dans la quantité d'eau, par condensation ou par perte, ne peuvent exercer une répercussion appréciable sur le zéro du manomètre.

Une seule et même cuvette peut recevoir un certain nombre de tubes manométriques, d'où il résulte que les indications sont comparables entre elles, ce qui est rarement le cas pour la plupart des manomètres en "U," sauf à vérifier constamment leur zéro. La figure 23 (page 406) représente un manomètre multiplex "Akron," à échelles en vraie grandeur, prévu pour mesurer les dépressions; la figure 24 (page 407) représente un manomètre pour la mesure d'une seule pression, qui peut être positive ou négative.

Diverses méthodes ont été préconisées, ayant pour objet d'amplifier l'échelle des manomètres à colonne d'eau; certaines font appel aux moyens mécaniques, et d'autres à l'emploi de deux liquides de densité différente. Une autre disposition judicieuse est de monter obliquement le tube en verre, disposition que représentent les figures 25 et 26 (page 407). On parvient ainsi à amplifier plusieurs fois la longueur de l'échelle, mais, si l'inclinaison du tube devient trop faible, le ménisque s'étend outre mesure; les lectures deviennent

difficiles, et, d'autre part, le manomètre prend une longueur excessive. On a modifié cette disposition en employant un tube courbe, mais restant toutefois presque horizontal en regard des premières divisions de l'échelle. Cet artifice a pour but d'amplifier l'échelle du manomètre dans la région des pressions faibles; elle s'applique également si l'on emploie cet appareil, conjointement avec un manomètre indicateur du débit, et permet dans ce cas d'avoir une échelle à divisions égales. Cet appareil, dit manomètre à tube courbe, est représenté figure 27 (page 407).

Lorsqu'il s'agit de mesurer de fortes pressions, on peut employer un manomètre Bourdon, à spirale creuse, mais cet instrument n'est pas suffisamment sensible pour mesurer des pressions de 25 ou 50 mm de colonne d'eau. On a par suite mis au point un manomètre à capsule élastique, capable d'exercer un effort d'environ 0,5 kg pour une pression de 50 mm de colonne d'eau. La capsule manométrique a des parois métalliques très minces; grâce aux ondulations de forme spéciale que présentent les deux fonds, ces capsules sont à la fois solides et sensibles. Les figures 28 et 29 (page 408) montrent, la première le détail d'une capsule manométrique, et la seconde, l'extérieur d'un manomètre triplex. Avec les manomètres de ce genre, il est prudent de prévoir un organe de sûreté, qui peut prendre la forme d'un joint hydraulique, car ces manomètres ne résisteraient pas à une pression très supérieure à la région pour laquelle ils sont étalonnés. Lorsque la pression à mesurer est susceptible de varier brusquement, il est nécessaire de prévoir un organe amortisseur, qui peut être constitué par un tube capillaire intercalé sur le tube de raccordement, et monté à proximité du manomètre.

Un des endroits où le relevé de la pression présente le plus de difficultés est certainement la caisse à flammes des fours rotatifs; la dépression y est faible (environ 8 mm de colonne d'eau), mais elle subit de brusques fluctuations par suite des pulsations dont la flamme est l'objet dans le four, pulsations quelquefois occasionnées par l'insuffisance du tirage. Il s'ensuit que la meilleure solution est peut-être d'employer un manomètre dont le liquide actif soit de l'huile, et non de l'eau. L'huile a par elle-même un effet amortisseur, mais si les fluctuations de la pression sont très brusques, on peut intercaler sur le tube de connexion un dash-pot amortisseur soit à air, soit à huile. L'échelle des manomètres à huile est néanmoins établie en centimètres de colonne d'eau, et on arrive à l'amplifier beaucoup en organisant un système de leviers qui multiplie les déplacements de la colonne d'huile. La figure 30 (page 409) représente un manomètre multiplex, dont le liquide actif est de l'huile, comportant un système de leviers multiplicateurs pour transmettre les déplacements de la colonne liquide; la figure 31 (page 410) représente un instrument analogue; mais à cadran.

(à suivre.)

Fusion d'établissements Industriels, en Allemagne.

Les Etablissements Fried. Krupp Grusonwerk, de Magdeburg, et MM. Andreas et Cie., ateliers de constructions mécaniques, de Munster, tous deux spécialistes en matériel de cimenterie, ont conclu un accord pour cette branche de leur activité; les Etablissements Krupp Grusonwerk prennent en charge l'ensemble du département matériel de cimenterie de MM. Andreas et Cie., et M. Andreas assume les fonctions de conseiller technique des Etablissements Krupp Grusonwerk.

Étude comparative de l'industrie du ciment Portland aux Etats-Unis, au Canada, et en Angleterre.—IV.

Par HAL GUTTERIDGE.

Préparation des matières premières.

LES frais de transport jouent un grand rôle dans l'industrie du ciment, et la situation de l'usine par rapport aux carrières et aux débouchés est une question de toute première importance.

Les frais de transport peuvent se ranger sous les rubriques principales suivantes : matières calcaires, matières argileuses, combustible, produit fini. Les quantités correspondantes présentent entre elles des rapports en poids très variables, mais on peut les prendre en moyenne comme proportionnelles aux nombres 4,3, 1,7, 1, et 3,8. Si le tarif par tonne kilométrique est le même pour toutes ces matières, et que l'on admette qu'elles aient toutes le même poids au mètre cube, comme celui des matières calcaires l'emporte sur les autres, l'emplacement le plus avantageux pour l'usine serait à proximité de leur gisement. Lorsque les matières calcaires et les matières argileuses sont très rapprochées, ou que l'on se sert de "roche à ciment," l'avantage d'implanter l'usine à proximité des gisements se trouve encore accru.

Il arrive toutefois fréquemment qu'il y ait encore plus de bénéfice à avoir l'usine près de ses débouchés, car la distribution du ciment entraîne des frais plus élevés que le transport des matières premières. Quand l'usine est près de ses débouchés, il suffit de manutentionner le ciment une seule fois, et on est tout naturellement amené à en faire le transport par route, tandis que si l'usine est près des carrières, le produit fini supporte presque toujours une double manutention avant d'arriver au consommateur. Le plus bas prix de l'électricité en ville intervient également dans l'ensemble de la question.

Aux Etats-Unis, la tendance est d'installer l'usine à proximité de ses débouchés, et de lui amener les matières premières, surtout si la voie d'eau peut être utilisée pour le calcaire; à titre d'exemple, on peut citer les usines toutes récentes de Detroit sur le lac Michigan, et de Buffalo, sur le lac Erié. Le calcaire de ces usines est du fondant de four métallurgique, dont les gros fragments ainsi utilisables ont été séparés par criblage, et auquel on fait traverser le lac dans des vapeurs à déchargement mécanique; pour l'usine de Buffalo, la distance est supérieure à 650 Km.

Nous trouvons en Angleterre un exemple frappant, montrant quelle répercussion exercent les débouchés sur le choix de l'implantation de l'usine; il s'agit d'une cimenterie du nord-ouest de ce pays, pour laquelle il y avait lieu de tenir compte de deux débouchés distincts, le marché local, et celui d'exportation. L'usine a été implantée le long d'une voie d'eau pouvant recevoir les navires de haute mer, à mi-chemin de la carrière et du marché local; tout compté, les frais de transport sont ainsi inférieurs à ce qu'ils auraient été, si l'usine avait été construite au voisinage immédiat de la carrière.

Extraction des matières premières.—Aux Etats-Unis, les matières premières sont généralement dures, et proviennent en majorité de carrières exploitées à ciel ouvert; en Angleterre, les matières premières sont presque toujours tendres, et l'exploitation des carrières à ciel ouvert est la seule qui soit pratiquée.

Découvert.—S'il y a lieu d'enlever les mort-terrains qui recouvrent le gisement, on emploie un matériel qui varie avec les conditions locales. Si les mort-terrains reposent sur une surface irrégulière, si leur épaisseur est inégale, et que les parties rocheuses n'y soient pas agglomérées, on se sert généralement d'une pelle mécanique, et de wagons et locomotives pour transporter les déblais à la décharge.

Un équipement à fonctionnement discontinu, d'un bon rendement pour enlever les mort-terrains, les transporter à la décharge, et les y laisser sans procéder à une deuxième manutention, est le tracteur à bennes traînantes de la Société Tractor Traders, Ltd., que représente la fig. 1 (page 412). Cet équipement comporte un tracteur monté sur chenilles, actionné par moteur à explosions, qui remorque un certain nombre de chariots porte-benne, l'un à la suite de l'autre. Quand les chariots font leur mouvement en avant sur le sol à décaper, l'arête coupante de la benne qu'ils portent racle le sol, et le déplacement fait monter la terre dans la benne, jusqu'à ce que le chariot ait sa charge complète. Quand tous les chariots sont ainsi chargés, on les remorque jusqu'à la décharge, où ils laissent les déblais, après quoi tracteur et chariots retournent sur les lieux pour se charger de nouveau. Le cycle des opérations se poursuit sans arrêt; comme main-d'œuvre, il faut un homme au tracteur, et un homme pour surveiller trois ou quatre chariots à benne traînante.

Trous de mine, et abatage à la poudre.—Dans les trois pays que nous considérons, il est de pratique générale dans l'industrie du ciment, pour extraire les roches dures, d'abattre le front de taille en entier, au lieu de le faire par gradins. Autrefois, quand les appareils de sondage marchaient à la vapeur ou à l'air comprimé, il n'était pas possible de forer des trous de plus de 6 m, mais avec les appareils modernes pour trous de mine, actionnés par moteur électrique ou à essence, on peut forer économiquement des trous ayant jusqu'à 24 m, profondeur qui n'est nullement anormale.

L'abatage des matières dures par front d'attaque entier a de nombreux avantages sur la méthode par gradins. Dans le premier cas, il n'y a qu'une seule banquette à niveler, les frais d'abatage sont plus faibles, le travail n'est pas si dangereux, le personnel perd moins de temps, et la manutention des matières est bien moins onéreuse que si l'on opère par gradins. La méthode consiste à forer les trous jusqu'à 0 m 60 ou 0 m 90 en contrebas du niveau du fond de la carrière; l'espacement des trous est variable, depuis 2 m 70 \times 2 m 70 jusqu'à 6 m \times 6 m, selon la stratification de la roche. Si la roche est stratifiée en couches minces, on écarte davantage les trous, ce qui diminue la consommation d'explosifs par tonne de roche abattue; réciproquement, si la roche est stratifiée en couches épaisses, l'écartement des trous est plus faible. Le but poursuivi est de réduire la roche en fragments susceptibles d'être manutentionnés par pelle mécanique, et d'être admis par le concasseur primaire, sans avoir à forer des trous de mine dans les blocs abattus pour les désagréger à la poudre, ce qui augmente les frais d'extraction. Il est souvent nécessaire de laisser, pour le tir, une banquette en façade du parement, afin que la roche se fracasse en tombant, et ne s'écroule pas tout simplement.

Aux Etats-Unis, l'habitude est de forer les trous avec des barres de 143 mm qui produisent des trous bien dégagés de 127 mm de diamètre, pouvant recevoir des cartouches de dynamite de 12,7 \times 40,6 cm, et l'on compte environ 45 tonnes de roches par mètre de trou de mine (en comptant 0,33 m³ de roches par tonne). L'emploi de l'énergie électrique pour actionner les appareils de sondage est devenu général; grâce aux moteurs à bagues à vitesse variable, on a des facilités pour régler la vitesse, que ne donnent pas les moteurs à explosions.

L'avancement des trous de mine est généralement de 1 m 50 à 2 m 40 à l'heure. La quantité de roches abattues par kilog d'explosif consommé varie de 5,5 à 13 tonnes, la moyenne étant de 7,7 tonnes par kilog.

Pour l'exploitation des carrières de calcaire, on se sert de divers explosifs gélatinés ou granulaires. L'explosif gélatiné est généralement de la dynamite, employée à 30-60% à la partie supérieure du trou, et à 40-75% à sa partie inférieure. Dans une carrière de l'Etat de Tennessee, la charge du fond est de la dynamite gélatinée 75%; une exploitation de l'Ohio, où le fond des trous se trouve dans une couche aquifère, emploie de la dynamite gélatinée 40%; dans une carrière de l'Alabama, les trous sont espacés de 3 m 60, ils reçoivent une charge d'environ 6 m, constituée par la dynamite gélatinée 75% au fond, et 60% en haut. L'allumage de la charge se fait électriquement, ou par un cordon de sûreté.

Pour forer des trous de mine dans les fragments de roche, trop grands pour être admis par les concasseurs primaires, on se sert généralement de perforatrices à percussion, fonctionnant à l'air comprimé; ces fragments sont réduits par un coup sec, en employant une petite charge de dynamite. Si la roche est stratifiée en couches minces de 20 à 25 cm d'épaisseur, on peut également utiliser une boule en fonte d'environ 55 cm de diamètre, du poids de 700 Kg, que l'on laisse tomber de la benne d'une pelle mécanique. Dans les frais d'exploitation d'une carrière, le forage des trous de mine représente 10% de la dépense, et l'abatage à la poudre 15%.

Les sondeuses modernes pour trous de mine comportent un châssis métallique en fers U, un moteur électrique à vitesse variable; elles sont supportées à l'arrière par des chenilles à commande mécanique, transmettant l'effort de traction, et à l'avant par un équipement du même genre. La fig. 2 (page 413) représente un appareil à forer les trous de sonde de ce genre.

En Angleterre, dans la plupart des carrières de calcaire et d'argile, ou des marnières, la hauteur du front d'attaque est limitée par la hauteur à laquelle la pelle mécanique peut opérer dans de bonnes conditions, car ces matières sont extraites directement. Il n'est pas économique que le front soit plus haut, car on serait obligé de procéder à une deuxième manutention des matières que le godet ne peut extraire directement; il ne faut pas en général plus d'un homme par pelle, pour mettre en tas les terres qui tombent en dehors du travail direct du godet.

Extraction par les méthodes de l'industrie minière.—La mine West Penn est un bon exemple de la pratique américaine pour extraire le calcaire par les méthodes appliquées dans les mines. La concession comporte une strate calcaire de 12 m à 14 m, ensuite une couche d'argile réfractaire, une veine de charbon de 1 m, 4 m 50 de schiste argileux, et enfin une strate de 6 m 70 à 7 m 60 de calcaire, presque parallèle à la surface. L'aménagement consiste en galeries souterraines de 7 m 65 de largeur, sur lesquelles débouchent des chambres à 18 m de distance, alternativement d'un côté et de l'autre. Les chambres ont 10 m 70 de largeur, 6,10 de hauteur en moyenne, et les piliers ont 7 m 60 de largeur. Le forage des trous de mine se fait à l'aide de perforatrices à percussion montées sur trépied, par la méthode dite "breast-stopping," en employant comme fleurets des barres creuses de 32 mm; un jeu de six barres suffit pour forer en moyenne trois trous de 3 m 65, à une vitesse moyenne de 1 m 52 par minute.

Pelles mécaniques.—Les pelles mécaniques pour charger les blocs de roches sur camion sont d'un emploi presque universel. La fig. 3 (page 414) représente une pelle Ransomes et Rapier opérant dans une carrière de calcaire. Pour

débarasser le sol de la carrière, on se sert quelquefois de petites pelles de 190 litres, actionnées à l'air comprimé, et généralement montées sur roues et non sur chenilles.

Parmi les grosses pelles utilisées aux Etats-Unis, on peut citer les pelles Marion, Bucyrus, Erie, et, pour les pelles plus petites ayant à opérer comme excavatrices, etc, la pelle à air comprimé Butler, et la pelle Erié; en Angleterre, on utilise les pelles Ruston-Bucyrus, Arrol, et Ransome. La fig. 4 (page 415) représente une pelle Marion.

Préparation des matières premières.—*Matières dures.*—Dans la plupart des usines modernes, et particulièrement en Angleterre, lorsque l'on traite des matières dures, le broyeur primaire est installé au dessus du broyeur secondaire, de sorte que les matières s'acheminent par gravité, ce qui réduit au minimum la manutention, et entraîne de faibles frais d'exploitation. Malheureusement, le broyeur primaire est beaucoup plus lourd que le broyeur secondaire, et nécessite une armature importante pour supporter son poids, et résister aux vibrations qui se produisent quand le broyeur est en action, mais ces inconvénients disparaissent généralement en regard des faibles frais d'exploitation qui résultent de cet agencement. La fig. 5 (page 416) est un bon exemple d'atelier de broyage moderne, étudié par la société Hadfield; on y voit un wagon avec son culbuteur tournant à l'étage supérieur, le crible et le broyeur primaire à l'étage suivant, les tamis et le broyeur secondaire au rez-de-chaussée, et le convoyeur à courroie au sous-sol, qui aboutit au magasin.

Les méthodes en usage pour décharger les wagons de leur contenu peuvent se ranger en deux catégories; dans la première, le déchargement se fait, le wagon étant immobilisé, et dans la seconde, le wagon tout entier participe à la manœuvre, qui consiste à le retourner ou à le soulever. Dans la première catégorie se classent les méthodes de déchargement latéral ou par le fond, ou par caisse basculante; dans la seconde, on emploie un culbuteur de wagons, dont le châssis tournant est capable de retourner sens dessus dessous le wagon tout entier. Comme exemple de la deuxième catégorie, on peut citer le culbuteur Wellmann, que représente la fig. 6 (page 417), en service dans une cimenterie de la Floride; le wagon de 50 tonnes est pris par des griffes à l'intérieur d'un châssis circulaire, et roule avec celui-ci sur un plan incliné, faisant 35° avec l'horizontale. Les disques extrêmes du châssis et la voie qui les supporte sont dentés, pour que l'une des extrémités du châssis ne puisse rouler plus vite que l'autre, et sortir ainsi de sa voie de roulement. Cette disposition a été étudiée spécialement pour répondre à certaines conditions locales, car il était impossible de construire une trémie en contrebas du niveau du sol, ni de surélever la voie. Le cycle des opérations, à partir du moment où un wagon entre dans le châssis, jusqu'à celui où entre le wagon suivant, dure, paraît-il, 2 minutes, 25 secondes.

La manœuvre de la caisse d'un wagon à caisse basculante se fait à l'aide d'un treuil hydraulique ou à friction; il y a inconvénient à se servir dans ce but d'un treuil actionné directement par moteur électrique, en raison des chocs qui accompagnent nécessairement l'opération. En Angleterre, on emploie généralement un piston actionné hydrauliquement, de sorte que la décharge peut être faite à l'allure que l'on veut, ou même arrêtée en toute position du wagon, ce qui, en quelques cas, est la seule méthode pour régler l'alimentation du broyeur. On prévoit également d'habitude un dispositif pour déplacer ou extraire les gros fragments de roche qui obstruent la trémie du broyeur primaire, et empêchent l'arrivée des matières; quel que soit le mécanisme adopté, il doit être rapide et sûr dans son action.

Les broyeurs primaires sont généralement du type giratoire, ou du type à mâchoires, mais les broyeurs à cylindres conviennent également. Aux Etats-Unis, on rencontre les broyeurs McCully ou Fairmount Allis Chalmers, Taylor, Buchanan, et Farrel-Bacon, et en Angleterre les broyeurs Hadfield, Vickers-Armstrong, Goodwin-Barsby, et Fraser & Chalmers. La fig. 7 (page 418) représente un broyeur-concasseur à mâchoires Vickers, débitant les matières en fragments de 40 cm³, actionné par moteur de 150 ch.

Les broyeurs à un seul cylindre sont employés comme broyeurs primaires pour les roches d'une dureté moindre, telles que la roche à ciment de la vallée Lehigh; la fig. 8 (page 418) représente un broyeur primaire Penn-Lehigh, à un seul cylindre.

Pour séparer à la sortie du broyeur primaire les fragments sur-dimensionnés des fragments sous-dimensionnés, on emploie divers dispositifs. Le "crible" à éléments cylindriques commandés, utilisé dans quelques cimenteries, consiste en un certain nombre d'éléments cylindriques (généralement huit), disposés en pente douce dans une caisse d'environ 1 m 20 de longueur et 0 m 60 de largeur, ouverte par le haut. Les matières concassées arrivent par le côté haut de la pente, et passent à travers les éléments cylindriques, ou entre ceux-ci si les fragments sont plus petits qu'une dimension déterminée à l'avance; s'ils sont plus grands, ils passent par dessus tous les éléments, le dernier compris. Les autres équipements remplissant le même but sont les tamis cylindriques tournants en tôle perforée, avec jours de dimension appropriée, et les tamis inclinés à secousses, actionnés électriquement ou mécaniquement; comparés aux "cribles" les tamis tournants ou à secousses présentent l'avantage de pouvoir classer les matières suivant plus de deux dimensions, ce dont on tire profit pour séparer les "fines" et les acheminer directement sur la trémie d'attente du moulin pour matières premières, au lieu de les mettre en magasin avec les matières concassées. Cette méthode ne convient pas si les matières contiennent beaucoup d'eau, ou si elles sont de nature argileuse, mais si la chose peut se faire, en court-circuitant les "fines," on diminue les inconvénients inhérents aux poussières, et, de plus, en l'absence de fines, les fragments grossiers franchiront plus facilement l'orifice du bas des accumulateurs, qui débouche sur le convoyeur d'extraction à courroie.

La présence de matières argileuses parmi les matières premières est quelquefois une source de dérangements, et, dans certains cas, il y a lieu de prendre des dispositions spéciales. Mentionnons à ce sujet une usine de Floride, où les matières constituent des masses de calcaire assez dur, rappelant des galets, noyés dans un agglutinant d'argile calcaire; il a été décidé de laver la pierre calcaire, de diriger la boue calcaire et l'eau sur un épaisseur Dorr, et d'acheminer la boue épaisse sur les moulins à matières premières. Dans cette usine, le calcaire est concassé dans un broyeur à un seul cylindre de 0 m 90 x 1 m 50, dont le produit est classé par un crible tournant, à jours d'environ 5 cm de largeur. Le refus tombe immédiatement dans un broyeur à marteaux, spécialement étudié pour concasser les matières susceptibles de se prendre en masse; ce broyeur est essentiellement caractérisé par sa surface de trituration, qui est constituée par un large tablier métallique articulé, avec rebords, animé d'un mouvement lent, dont une raclette détache les matières adhérentes à mesure de l'avancement. La fig. 9 (page 419) représente un broyeur à marteaux Fraser & Chalmers.

Le broyeur secondaire reçoit ses matières, soit directement du broyeur primaire, soit indirectement par l'intermédiaire du classeur; dans le premier cas, le broyeur secondaire comporte généralement un système d'alimentation

mécanique, par convoyeur à tablier articulé avec ou sans rebords, surtout si le broyeur primaire ne comporte aucun dispositif de ce genre. Dans une autre usine, alimentée en craie argileuse dure, le broyeur à marteaux est également pourvu d'une surface de trituration mobile, pour empêcher les matières de se prendre en masse dans l'appareil, quand elles sont humides; la plaque mobile est construite comme un convoyeur à tablier métallique avec rebords, avec éléments articulés en acier au manganèse épais. Cette surface de trituration se déplace lentement de bas en haut sous l'action d'un moteur de 5 ch, indépendant de celui qui commande l'arbre des marteaux. La figure 10 (page 420) représente un broyeur à marteaux F. L. Smidth & Co.

Un intéressant broyeur secondaire, construit en Angleterre, est le broyeur à disques Hadfield, que représente la figure 11 (page 421); le broyage s'effectue entre deux disques creux, ainsi montés que leur concavité soit face à face. Le disque broyeur extérieur comporte une ouverture centrale, par laquelle arrivent à l'espace compris entre les disques les matières à broyer, en passant par la trémie d'alimentation; ce disque extérieur est boulonné sur une forte flasque solidaire d'un arbre creux, porté par deux paliers faisant partie de la carcasse du broyeur. La rotation de l'arbre creux est assurée par une poulie montée entre les deux paliers principaux; le disque broyeur intérieur est fixé sur une pièce coulée ayant une portée sphérique du côté opposé, montée elle-même sur un arbre conique qui passe à l'intérieur de l'arbre creux. L'arbre conique se prolonge au delà de l'extrémité de l'arbre creux, et traverse le bossage d'une poulie excentrée à mouvement de rotation indépendant, qui tourne dans un palier en porte-à-faux faisant partie de la carcasse. La poulie excentrée n'a pas pour objet de faire tourner l'arbre intérieur, dont elle n'est pas solidaire; elle ne fait que lui imprimer un mouvement giratoire que se traduit, pour le disque intérieur, par des oscillations rapides par rapport au disque extérieur. La poulie excentrée tourne en sens contraire de la poulie clavetée sur l'arbre creux, ce qui a pour but d'augmenter le nombre de frappes de broyage par unité de temps. Les deux disques broyeurs tournent dans le même sens, et à la même vitesse, le disque extérieur tournant dans le plan vertical, tandis que le disque intérieur subit un mouvement ondulatoire fournissant trois ou quatre frappes de broyage par tour des disques. Il n'y a pas frottement d'un disque sur l'autre, de sorte que leur usure est très faible.

Équipement de contrôle de l'atelier de broyage.—Dans les trois mêmes pays, on s'occupe beaucoup depuis peu de la centralisation du contrôle de toute la machinerie de l'atelier de broyage. Aux États-Unis, dans une usine récemment construite au Texas, tout l'équipement de contrôle des appareils est réuni sur un même panneau. On réunit ainsi en un emplacement central les équipements de contrôle du culbuteur de wagons, du mouvement de ces derniers, des mâchoires des concasseurs, de l'appareil d'alimentation à tablier métallique et du broyeur; tous ces équipements sont manœuvrés par un seul homme. Une particularité de ce mode de contrôle concerne l'alimentation du broyeur, dont le réglage se fait d'après l'ampèremètre du moteur qui l'actionne, ce qui permet de se rendre compte si la charge du moteur dépasse la normale; dès qu'il en est ainsi, on arrête le convoyeur d'alimentation à tablier articulé, ou bien l'on ralentit sa marche, jusqu'à ce que la charge du moteur soit devenue normale.

Dans une usine moderne du comté d'Oxfordshire, qui utilise un mélange de pierre calcaire et d'argile, on peut contrôler d'un seul et même endroit les opérations suivantes: (1) Amener les wagons de matières premières à leur emplacement précis dans le culbuteur; (2) Actionner le culbuteur et le faire revenir à sa position de repos; (3) Mettre en mouvement le convoyeur incliné qui transporte les matières premières depuis la trémie de réception jusqu'au

broyeur; (4) Faire démarrer deux petits moteurs qui font passer la courroie du broyeur de la poulie folle à la poulie fixe, ce qui met le broyeur en route; (5) Mettre en action l'élévateur qui transporte les matières concassées jusqu'aux accumulateurs surélevés.

Le contrôle central évoluera dans l'avenir pour devenir entièrement automatique. Sachant qu'une certaine position de l'aiguille de l'ampèremètre indique que le broyeur travaille au delà de sa puissance normale, et que le moment est venu de manœuvrer à main les appareils de contrôle, il reste peu à faire; dans ce cas particulier, pour obtenir électriquement l'arrêt ou le ralentissement automatiques du convoyeur à matières premières. L'aiguille de l'ampèremètre pourrait faire son déplacement angulaire entre deux butées dont la position, arrêtée une fois pour toutes, limiterait le travail du broyeur par excès et par défaut. Dès le contact établi entre l'aiguille et la butée de surcharge, un relais couperait le courant d'excitation de l'embrayage magnétique du convoyeur d'alimentation, si du moins il existe un dispositif de ce genre; sinon le relais couperait le courant du moteur même actionnant le convoyeur. La surcharge du moteur diminuant progressivement, l'aiguille finit par arriver au contact de la butée, limitant la charge par défaut; un autre relais donnerait de nouveau automatiquement le courant au convoyeur d'alimentation. Il serait nécessaire d'adapter à l'ampèremètre un dispositif amortisseur, absorbant les fortes oscillations dues aux variations de la charge, variations inhérentes au fonctionnement d'un broyeur, pour qu'une surcharge fortuite ne mette pas inutilement l'équipement de contrôle en action.

(à suivre.)

Quelques Suggestions.

UN correspondant nous écrit: " Pendant l'année écoulée, j'ai lu CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE avec beaucoup de plaisir. Les articles étaient très bien écrits, et ils contenaient de nombreuses informations utiles.

" Je pense, toutefois, que la publication serait d'un plus grand intérêt encore pour l'industrie du ciment si vous pouviez faire paraître, dans les prochains numéros des articles sur les sujets suivants:

(1) ' La direction et le contrôle des Cimenteries,' comprenant l'établissement des prix de revient; deux usines, bien que produisant au même prix, peuvent recevoir des enseignements l'une de l'autre sur certains points, et réduire ainsi leurs prix de revient.

(2) Une section pourrait être réservée dans chaque numéro pour les lettres et les questions relatives au ciment.

" Dans sa forme actuelle, CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE est indispensable à tous ceux qui sont employés dans la fabrication du ciment et du matériel de cimenterie, et qui désirent marcher avec leur temps."

(** Nos remerciements sont dus à notre correspondant pour les suggestions ci-dessus. Au sujet de la question de la direction des cimenteries, il a toujours été très difficile de trouver un directeur d'usine qualifié pour écrire de tels articles, qui en même temps ait le temps de les écrire; si ceci tombe sous les yeux de quiconque qui soit préparé à ce travail, nous serons heureux de nous mettre en rapport avec lui. Au sujet des lettres et des problèmes provenant de nos lecteurs, nous sommes toujours prêts à publier toute correspondance d'intérêt général, et à aider à la solution des problèmes présentés par nos lecteurs.— L'EDITEUR.)

C E M E N T

AND

CEMENT MANUFACTURE

DIE INTERNATIONALE ZEMENTZEITSCHRIFT IN VIER SPRACHEN.

DEUTSCHER TEIL

VERLEGT BEI CONCRETE PUBLICATIONS, LIMITED,

20, DARTMOUTH STREET, WESTMINSTER, LONDON, S.W.1, ENGLAND.

Erscheint am 20 jeden Monats. Preis 2 Schilling das Heft. Postfreier Jahresbezug 24 Shilling.

Die Mühlentemperatur und die Abbindezeit der Zemente.

Ing. chem. V. M. ANŽLOVAR.

UNTER einer ähnlichen Aufschrift habe ich vor einem Jahre in der deutschen Zeitschrift „Zement“ versucht meinen Gedanken klarzulegen dass die Mühlentemperatur einen ziemlich grossen Einfluss auf die Abbindezeit der Zemente hat und zwar deswegen, weil die zu hohe Mühlentemperatur auf den, dem Zementklinker zugesetzten $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, wasserentziehend wirkt und auf diese Weise zu der Erscheinung führen kann, die man allgemein als falsches Abbinden, beziehungsweise falsches Schnellbinden bezeichnet.

Die falschen Schnellbinder haben bekanntlich die Eigenschaft (bei der Prüfung mit der Vicatnadel) in kurzer Zeit den Abbindeanfang zu zeigen, besonders wenn sie zu kurze Zeit gemischt werden. Wenn sie aber lange genug gemischt werden—oder aber auch wenn sie nach dem vermeintlichen (falschen) Bindeanfang neuerlich ohne weiteren Wasserzusatz gemischt werden—dann binden sie regelmässig langsam ab. Die falschen Schnellbinder unterscheiden von den wirklichen Schnellbindern noch die Tatsache, dass dem schnellen Bindeanfang eine fast normale Gesamtabbindezeit folgt und dass sie trotz des vermeintlichen schnellen Abbindens während des Abbindens keine zu grosse Wärme entwickeln.

Am Schlusse meines erwähnten Berichtes gab ich meiner Meinung Ausdruck, dass wahrscheinlich der Gipsdoppelhydrat durch die hohe Mühlenwärme vereint mit der innigen Zerreibung in so weitgehendem Masse dehydratisiert wird, dass er nach dem Anmachen des Zementes mit Wasser dasselbe an sich zieht (zur Regeneration des entstandenen Anhydrites in Gipshalbhydrat beziehungsweise Doppelhydrat). Dadurch wird dem Zemente das zum Abbinden nötige

Wasser entzogen und man kommt zum Schlusse zu einem falschen Schnellbinder. Dieser Rapidbinder sich entwickelt zu einem Normalbinder, falls man lange genug mischt—das heisst, dem Anhydrit Zeit genug gibt zur Regeneration in Halb- und Doppel-hydrat—und so die Möglichkeit schafft, dass diese Verbindungen auf den Prozess des Abbindens einwirken.

In der Januar No. der vorliegenden Zeitschrift v.J. schreibt H. Prof. Desch von der Universität Sheffield über das Abbinden und Erhärten von Portlandzementen. Nach seinen Untersuchungen vollzieht sich unter dem Einflusse des Wassers die Hydrolyse der Zementteilchen. Dabei umgeben sich diese mit einer Schichte von Kolloiden. In diesen Kolloiden entstehen mit der Zeit Kristalle. Die Erhärtung ist abhängig von der Bildung dieser Kristalle einerseits und andererseits auch von den trocknenden Kolloiden, welche wie eine glasartige Masse zwischen den Zementteilchen haften bleiben und sie verkitten. Die Hydrolyse der Zemente unter dem Einflusse des Wassers findet stufenweise statt. Es wird ein Teil des Kalkes als $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ausgelöst—es verbleiben kalkärmere Silikate und Aluminate, welche schliesslich als reine gelatinöse Masse die Zementteilchen umgeben (Gelartige Kieselsäure und Tonerde). In dem Masse wie das Wasser verdunstet, konzentriert sich die Kalklösung und geht zum Teil wieder in kristallmachende Verbindungen mit den sauren Bestandteilen ein. Die Formeln dieser Reaktionen wiederzugeben ist nicht möglich.

Nach meiner Ansicht dürfte es gewiss sein, dass ein zu rasches Auflösen der Zementteilchen (Hydrolyse) sehr rasch zu dem Punkte führt, welchen man praktisch als Abbindeanfang bezeichnet. Demzufolge hätte der Gips die Aufgabe diese Hydrolyse aufzuhalten. Das tut er damit indem er ein bestimmtes Quantum von Ca - und SO_4 -Ionen in das Anmachewasser bringt.

Nachdem der Anhydrit im Wasser schwerer löslich ist als die Hydrate des Gipses, so stellt er die Konzentration der genannten Ionen zu langsam her, um die Hydrolyse zu verhindern. Andererseits wird die Hydrolyse der Kalkverbindungen infolge der wegen der Regeneration des Gipses auftretenden Wärme noch gesteigert und das Abbinden wird in kurzer Zeit seinen Anfang zeigen, somit einen Raschbinder liefern.

Meiner Ansicht kommt es also bei jedem Abbindeprozess nur darauf an, wie schnell die Hydrolyse der im Zemente enthaltenen Kalkverbindungen stattfindet. Diese Hydrolyse findet desto schneller statt je langsamer im Anmachewasser die nötige Ca - und SO_4 -Ionen Konzentration erreicht wird. Es ist also beim Mahlen des Zementklinkers als Abbindeeregler dem Klinker dasjenige Sulfat des Calziums beizumischen, welches schnell genug löslich ist, jedenfalls aber beträchtlich schneller, als die Hydrolyse der Kalkverbindungen vor sich gehen kann. Von den drei Gipsarten, halte ich nun den Anhydrit als am wenigsten geeignet für diesen Zweck. Dass aber die Mühlenwärme einen solchen nachweislich erzeugt, ist kaum zu bezweifeln.

Im Februarheft v.J. der vorliegenden Zeitschrift schreibt Herr D. K. Mehta, einen Artikel über das falsche Abbinden von Portlandzement. Er nimmt dabei Stellung gegen zwei Artikel, welche, (in der vorlieg. Zeitschrift: 1929) behaupteten, dass falsches Abbinden auf die hohe Mühlenwärme zurückzuführen ist. Herr D. K. Mehta behauptet dem gegenüber, dass er in seiner Praxis in Indien oft Temperaturen am Mühlenausgang über 140°C . gehabt habe, welche der Zementherstellung in der ersten Zeit sehr hinderlich waren. In der Folge aber blieben die Zemente trotz über 140°C . steigender Temperatur normalbindend. Folgerichtig schreibt der Verfasser die Schuld nicht der Mühlenwärme allein zu, sondern er sucht die Ursache auch in der Brennweise

des Klinkers. Durch besseres Brennen—also durch ein längeres Verweilen des Klinkers in der Sinterzone—erhält man nach der Meinung des genannten Forschers einen Klinker, welcher trotz den hohen Temperaturen in den Mühlen nicht die Misseigenschaft hat einen schnellen Abbindebeginn zu zeigen. In Anbetracht dieser Beobachtungen, welche als vollwertig aufzunehmen sind und die ich aus eigener Erfahrung bestätigen könnte, glaube ich diesen Umstand richtig zu erklären unter der Annahme, dass ein längerer und schärferer Brand im Klinker zu Kalkverbindungen führt, welche der Hydrolyse nicht so schnell anheimfallen, wie die Kalkverbindungen, welche bei einem mittelmässigen Brand, der kurze Dauer hat, entstehen. Demzufolge hat auch der infolge der hohen Mühlenwärme gebildeter Anhydrit genug Zeit, um eine genügende Menge von seinen Ionen in die Lösung zu schicken und so die Hydrolyse, welche in diesem Falle viel langsamer einsetzt, zu verzögern.

Herr D. K. Mehta bringt in seinem Aufsatz noch eine andere Beobachtung. Er beobachtet nämlich, dass einige Proben mit der Vicatnadel gemessen, den zum Messen des Abbindens bestimmten Kuchen nach 10-15 Min. nicht mehr vollkommen durchdrang, später aber wieder vollkommen durchdrang, worauf nach 70-100 Min. ein normaler Abbindebeginn einsetzte. Etwas Ähnliches konnte ich nicht beobachten.

Im Aprilhefte vorliegender Zeitschrift, v.J., kam Herr Fred. Whitworth aus Brüssel in seinem Aufsatz über das fehlerhafte Abbinden von Zementen zu folgendem Ergebniss: „Das sogenannte falsche Abbinden ist teilweise auf das für sich erfolgende Abbinden des Gypses zurückzuführen—während der Zement seine normale Abbindeverhältnisse beibehält.“ In einem weiteren Satze sagt derselbe Verfasser: „Es würde sich weiter ergeben, dass Zement mit dieser falschen Abbindezeit trotzdem genug SO_3 in Lösung besitzt, um das Abbinden des Zementes zu verzögern.“ Dieser Satz scheint auf der Meinung zu beruhen, dass nur das im Anmachewasser gelöste SO_3 die Verzögerung des Abbindens herbeiführt, was meiner Meinung nach nicht vollkommen stimmen dürfte.

Unter derselben Aufschrift, wie mein heutiger Bericht erschien in der No. 20 der Zeitschrift „Zement“, v.J., ein Bericht über die Versuche und deren Ergebnisse des Herrn Konyanagi (Japan) Ausgehend von derselben Beobachtung, von welcher ich im anfangs erwähnten Bericht ausgegangen bin, dass nämlich zu hohe Mülhntemperaturen oft Schnellbinder verursachen, hat Herr Konyanagi verschiedene Versuche ausgeführt, aus denen er folgende Schlüsse zieht: Auf die Abbindezeit ist bei hoher Mülhntemperatur allein die Menge des zugesetzten Gypses von Einfluss und zwar in der Weise, dass ein Gipszusatz von 0.9-1.2% (SO_3 auf den Zement berechnet) immer zu normalbindenden Zementen führt, auch bei einer Mülhntemperatur von ca 180° C. Höhere SO_3 -Gehalte beziehungsweise Gipszusätze führten bei hohen Mülhntemperaturen durchwegs zu Raschbindern—so dass sich H. Konyanagi in der Fabrik gezwungen sah, den Gipszusatz so zu bemessen, dass der SO_3 -Gehalt im Zemente ca 1.0% betrug. Bei dieser Menge des Gipszusatzes hatte man niemals Raschbinder zu beklagen.

Herr Konyanagi schreibt: Aus diesen Versuchen ist ersichtlich, dass die Abbindezeit der Zemente mit steigender Erhitzungstemperatur in den Mühlen verkürzt wird. Wenn aber der Gehalt an Gips unter 1,2% beträgt, werden die Zemente nie in Schnellbinder verwandelt.

Es ist bekannt, dass jede Gipsart ihren eigenen Schwellwert hat, d.i. einen Mengenpunkt, bei dem auf einmal die betreffende Gipsart wirksam wird und als Abbindeverzögerer wirkt, während sie unter diesem Punkte sich als fast vollkommen wirkungslos zeigt. Zusätze welche höher sind als der Schwellwert,

wirken im geringen Grade stärker als die betreffende Gipsart im Schwellwert. So hat man bei einem Zusatz von 5% einer Gipsart, deren Schwellwert angenommen bei 2% liegt, kaum eine längere Abbindezeit als bei 2%igem Zusatz. In der Praxis allgemein bekannt ist es doch, dass ein Gipszusatz (Doppelhydrat) von 4% sehr oft dort am Platze ist, wo z.B. 3% versagen würden.

Auch muss ich eine Beobachtung mitteilen, welche gegen die Behauptung des optimalen Gipszusatzes bei 0.9-1.2% (SO_3) spricht. Zemente welche mit einer Gipsmenge (Doppelhydrat) entsprechend 0.9-1.2% SO_3 gemischt worden waren, waren zwar frisch gemahlen vollkommen normal im Bezug auf die Abbindezeit, doch nach einem, höchstens aber zwei Monaten wurden solche Zemente ausnahmslos zu Raschbindern. Diese Tatsache, welche ich oft Gelegenheit hatte im Betriebe und im Laboratorium zu beobachten, steht im direkten Widerspruche zu den Beobachtungen des obengenannten Herrn.

Eine Erklärung dieser und noch vieler anderer einander widersprechender Beobachtungen, ist kaum durch Etwas anderes möglich als durch die Tatsache, dass allgemein bei der Darstellung der Beobachtungen vergessen wird, klar zu sagen welches und wie beschaffenes Material als Basis für die Untersuchungen angewendet wurde. Es ist bekannt, dass die heute hergestellten Portlandzemente in ihren Hauptkomponenten sehr grosse Unterschiede aufweisen. Schoch hat in seinen grossen Werke „Zement, Kalk, Gips“ auf Seite 343 darauf hingewiesen, dass in einem Laboratorium gegen 80 Portlandzemente untersucht wurden, deren chem. Zusammensetzung in folgender Weise variierte:

Komponente		Maximum		Minimum
SiO_2	... ..	24.0%	... ..	16.0%
Al_2O_3	... ..	8.1%	... ..	4.4%
CaO}	... ..	67.1%	... ..	59.5%

Es erscheint mir selbstverständlich, dass Zemente mit so verschiedener Zusammensetzung sich verschieden verhalten. Infolgedessen wäre es bei allen solchen Versuchen klar zu kennzeichnen, wie die Zementzusammensetzung des Versuchsmateriales war. Denn sonst lässt die Relativität der Beobachtungen allgemein gültige Schlüsse über die ausgeführten Versuche nicht zu.

INTERNATIONAL

“CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE”

Bezugspreise.

AUF Grund der sehr stark vermehrten Herstellungskosten von „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE“ in seiner neuen Form, ist es notwendig gewesen, den Preis auf 2 Shilling für jedes Heft zu erhöhen. Der jährliche, in der ganzen Welt postfreie Bezugspreis beträgt 24 Shilling. Augenblickliche Bezieher, welche auf Grund unserer früheren Subskriptionsliste im Voraus bezahlt haben, werden so lange die Hefte zum alten Preise weiter erhalten, bis ihr gegenwärtiges Abonnement abläuft.

Der jährliche Bezugspreis ist an „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE“, London, S.W.1, Dartmouth Street 20, England einzusenden, worauf die Hefte regelmässig monatlich für die Dauer des Bezugs zugestellt werden.

Das neue Werk der Green Island Cement Co., Ltd., Hongkong.

von HENRY POOLEY, Jun., B.Sc.

DIE Green Island Cement Company hat in der Kronkolonie Hongkong seit 1899 und in Macao seit 1889 Zement fabriziert. Ursprünglich wurde in Aalborg-Oefen gebrannt, doch wurden diese 1905 durch den Einbau von vier Trockendrehöfen von je 26,50 m Länge in Hongkong erweitert. Bis 1923 waren auf dem Hongkongwerk 12 Aalborg-Oefen, welche etwas mehr als 1000 t Klinker per Woche fabrizierten, während weitere 1000 t von den vier Drehöfen erhalten wurden. 1923 wurden zwei Aalborg-Oefen in automatische Schachtöfen mit beweglichen Rosten umgewandelt, und einige weitere Maschinen gelangten zur Aufstellung, um mit dem Mahlen und Verziegeln der Rohmaterialien Schritt zu halten. Die automatischen Oefen erwiesen sich als ein nicht ungetrübter Erfolg, besonders, weil der einzige zur Verfügung stehende Brennstoff zu viel flüchtige Substanz enthielt, um eine sichere Kontrolle der Sinterposition in den Oefen zu gewährleisten. 1924 wurde beschlossen, eine völlig neue, nach dem Nassverfahren arbeitende Fabrik zu errichten, und 1925 wurden die alten Aalborg-Oefen sowie die Mahl-, Verziegelungs- und Trocknungsmaschinen abgebrochen und das Terrain für das neue Werk gerichtet. Die maschinellen Teile der automatischen Schachtöfen wurden zu den Macao-Werken, die durch Aufstellung von zwei neuen automatischen Schachtöfen moderner gestaltet wurden, geschafft. Die Macaofabrik, die im Distrikt Kanton einen lokalen chinesischen Markt versorgt, besteht jetzt aus vier automatischen Schachtöfen mit einer modernen Rohmaterial-, Mahl- und Verziegelungsanlage.

Zu diesem Zeitpunkt gab es einen bedenklichen Handelsboykott und Streik in Hongkong, und es wurde beschlossen, die Errichtung des neuen Werks zu vertagen. Erst 1929 beschloss die Green Island Cement Co., die neue Fabrik zu bauen. Nach beträchtlichen Vorarbeiten wurde im Herbst 1929 der Firma Vickers-Armstrong der Auftrag auf eine vollständige Doppelaggregat-Drehofenanlage nach dem Nassverfahren erteilt bei einer Garantieleistung von 102 000 t Zement im Jahre. Im Sommer 1930 begann die Arbeit mit dem Bau der Fundamente auf dem Werk und mit der Herstellung der Maschinen in England.

Die Lage des Werks bot einige Schwierigkeiten, da die Maschinen an der Stelle zur Aufstellung zu gelangen hatten, an der ursprünglich die alte Aalborg-Anlage stand, und Raum zur Ausdehnung für mindestens die doppelte Leistung benötigt wurde. Gleichzeitig musste die Leistung des bestehenden Werks ohne Unterbrechung aufrecht erhalten werden. Wie aus dem Plan (Abb. 1) zu ersehen ist, ist dieses erfolgreich geschehen, und im Augenblick des Schreibens (Januar 1931) befindet sich die alte Drehofenanlage im vollen Betrieb, während die Errichtung des neuen Werks zusehends Fortschritte macht.

Da in der Kolonie Hongkong kein Kalkstein oder anderes geeignetes kalkhaltiges Material zur Verfügung steht, so wird dieses von Kanton oder sonstwo eingeführt und in Dschunken längsseits des Kais der Gesellschaft transportiert. Eine Seilbahn fördert den Kalkstein auf den Kalksteinhaufen, auf den notwendigerweise grosse Vorräte transportiert werden müssen. Früher wurde das Gestein auf die Werke von Hand durch kleine Wagen geschafft, die zu den Brechern von Hand geschoben wurden. Für das neue Werk ist ein

Ruston-Bucyrus Greifer auf Raupenrädern angeschafft worden, der das Gestein in der Grösse, wie es aus dem Bruch kommt, gelegentlich in Stücken bis zu $0,60 \times 0,30 \times 0,30$ m in 5 t fassende Phönix-Seitenkippwagen ladet. Die Wagen werden von einer Dampflokomotive zu den Speisebehältern der Brecher gezogen, wo eine pneumatisch arbeitende Kippwinde den Inhalt des Wagens in die Behälter entleert.

Das Gestein wird drei Brechern durch Finger-Aufgaben zugeführt. Die Brecher vom schwingenden Backentyp sind 75×45 cm gross. Aus den Brechern fällt das Gestein auf einen 50 cm Rinnentransporteur von 32 m Länge, der in die zweiten Brecher vom Walzentyp von 90×90 cm Durchmesser abwirft, in denen das Gestein auf eine Grösse von 1,25 cm und darunter zerkleinert wird. Aus den Walzenbrechern fällt das gebrochene Gestein auf einen 75 cm Rinnentransporteur und wird dann auf einen zweiten Transporteur gehoben, der über drei Eisenbetonbunkern verläuft, in welche einzeln nach Wahl entleert werden kann. Der Elevator besitzt 60 cm Eimer und ist doppelt angelegt. Jeder Bunker fasst etwa 200 t unaufbereitetes Kalkgestein. Längs der Kalksteinbunker befinden sich etwa 30 t per Behälter fassende Sandbehälter; die Verwendung des Sands in der Rohmischung ist erforderlich, um den Silikatmodul zu regulieren. Das Sandlager liegt bequem, und der Sand wird den Bunkern durch einen gesonderten Elevator und Transporteur zugeleitet. Telleraufgaben von 140 cm Durchmesser für den Kalkstein und von 90 cm Durchmesser für den Sand entleeren dieses Materialien in die Mühlen.

Ton wird aus einiger Entfernung von den Werken bei Deep Bay besorgt, einer Bucht in der entfernteren Seite von Castle Peak von Kowloon. Die Tonlager sind sehr ausgedehnt und gleichmässig in der Güte. Die Gewinnung erfolgt durch einen Greifkran, der in Leichter entleert. Am Kai des Werks sind ein Lokomotiv- und Greifkran aufgestellt, um den Ton aus den Leichtern längs des Kais zu entladen, und ihn entweder direkt in die Waschmühlen oder auf das Lager zu entleeren. Es sind zwei Waschmühlen von je 2,45 m Durchmesser vorgesehen, und eine dieser besitzt genügende Kapazität, um Tonschlamm für eine Leistung von 60 Stunden die Woche zu erzeugen. Im Tonpumpenhaus nahe den Waschmühlen befinden sich drei 20 cm Dreiwurfs-Kolbenpumpen, die sämtlich direkt mit den Motoren gekuppelt und auswechselbar sind. Die Pumpen fördern entweder Tonschlamm oder Wasser nach den Tonlager- oder Wassertanks. Man erkennt den Tonlagertank auf dem Plan, und ein kleiner Tonaufgabebälter befindet sich über dem Hauptlagertank. Der Tonschlamm wird entweder direkt dem kleinen Tonaufgabebälter aus den Waschmühlen zugeleitet, wenn die letzteren laufen, wobei der Ueberlauf in den Haupttank fällt, oder aber, wenn die Waschmühlen nicht arbeiten, so tritt eine doppelwerfende 15 cm Kolbenpumpe, die sich im Schlammumpenhaus befindet, in Tätigkeit, um Tonschlamm vom Hauptlagertank zum Aufgabebälter zu pumpen. Vom Aufgabebälter führt ein Rohr Tonschlamm direkt den Rohmühlen zu.

Die Entscheidung zur Verwendung von Kolbenpumpen sowohl für Ton oder gewöhnlichen Schlamm wurde nach reiflicher Ueberlegung getroffen. Luft- und Zentrifugalpumpen wurden in Erwägung gezogen, doch wurde beschlossen, nur die einfachste Maschinenform bei einer so weit von der Heimat belegenen Fabrik zu verwenden. Zentrifugalpumpen wurden wohlwollend für Tonschlamm erwogen, aber schliesslich wegen der Frage nach Auswechslung von Einzelteilen verworfen; die Pumpe soll Wasser fördern und hätte beim Zentrifugaltyp auf einem unbequem gelegenen niedrigen Niveau plaziert werden müssen.

Es sind drei Rohmehlverbundmühlen von je 2 m Durchmesser und 12,2 m Länge vorhanden. Die erste Kammer besitzt eine gestufte Gusstahlauskleidung

und enthält eine Charge von fast 9 t Kohlenstoffstahlkugeln von $12,5 \times 10$ cm. Die Mittelkammer ist mit einer glatten Auskleidung und etwa $9\frac{1}{2}$ t Kugeln von $7,5 \times 5$ cm versehen. Die Schlusskammer ist mit „Silex“ gefüllt, und das Mahlmittel besteht aus $22\frac{1}{2}$ t „Cylpebs“ von $2,5 \times 1,9$ cm. Jede Mühle wird von einem direkt gekuppeltem Motor mittels Reduziergetriebe, Ritzel und Umfanggetriebe angetrieben. Zwei dieser Mühlen mahlen ausreichend Schlamm für die nötige 144 Stundenleistung per Woche und zwar auf eine Mahlfeinheit von 5% Rückstand auf dem 4900 Maschensieb. Der Schlamm wird durch Dreiwurf-Kolbenschlagpumpen von $20,3 \times 40,6$ cm Durchmesser auf einen der sechs Betonschlamm tanks gepumpt, die jeder 10,4 m hoch und 6,5 m licht weit sind und 400 t Schlamm fassen. Es wird Luftrührung angewendet, und jeder Tank ist mit zwanzig 1,9 cm weiten Luftrohren ausgestattet, die von einer Hauptleitung darüber abzweigen und in die Tanks tauchen. Die Rührung wird automatisch reguliert; sie arbeitet eine vorbestimmte Zeit in jedem Tank und schaltet sich dann auf den nächsten über. Pressluft wird durch zwei doppeltwirkende Vertikalkompressoren mit einem Druck von 2,8 kg/qcm geliefert. Der Schlamm wird dem Ofen über eine V-Kerbe zugeleitet, und der Schlammaufgabebehälter wird auf konstantem Niveau durch Ueberlaufen des Schlammes und zwar zurück in den Sumpf im Pumpenhaus gehalten. Der durch die Lodge Cottrellanlage und die Ofenfüchse niedergeschlagene Staub wird dem Ofen mit dem Schlamm wieder zugeführt.

Die beiden Ofen sind 73,15 m lang bei einem Durchmesser von 2,35 m. Der Durchmesser beträgt in der Kalzinierzone 3,35 m und in der Sinterzone 2,75 m. Der Kühler ist in Verlängerung des Ofens an diesen angeschlossen, wodurch eine Gesamtlänge von 77,4 m resultiert. Die oberen 21,5 m des Ofens sind mit Ketten versehen, um das Trocknen des Schlammes zu erleichtern. Das Hauptstück des Kühlers besitzt 2,75 m Durchmesser und 4,25 m Länge; am Auslauf läuft der Durchmesser auf 2,40 m spitz zu. Am Umfang des Bodens befinden sich zehn Gusstahlschütten, die den teilweise gekühlten Klinker in zehn Stahlzylinder von 1,05 m Durchmesser entleeren und mit hitzebeständigen Eisenkaskaden versehen sind. Der Klinker wandert in entgegengesetzter Richtung nach dem oberen Ofenende und entleert sich am Auslass in einen 60 cm Schütteltransporteur. Ein zweiter Transporteur ist als Reserve vorgesehen. Die garantierte Leistung jedes Ofens beträgt 1000 t Klinker per Woche bei einem Verbrauch von 23% Normalkohle. Es wird zuversichtlich angenommen, dass die Garantie der Kapazität erheblich überschritten wird, weil ein Ofen von dieser Leistung bei Aufrechterhaltung eines niedrigen Kohlenverbrauchs 1200-1300 t Klinker wöchentlich erzeugen sollte, ohne dass eine unangemessene Brennstoffverbrauchssteigerung eintritt. Die Ofengase treten in einen gemeinsamen Ziegelfuchs mit feuerfestem Futter und dann in eine Lodge Cottrell'sche elektrische Staubabscheidungsanlage ein. Zwei Davidsonsche Hochdruckventilatoren saugen die Gase durch die beiden Seiten der Lodge Cottrellanlage nach dem Fuss eines gemeinsamen Schornsteins. Ein Reservefuchs vom Ofen direkt zum Schornstein ist auch für den Fall vorgesehen, dass die Abscheidungsanlage nicht funktioniert oder für den Fall, dass in dieser Reparaturen oder Säuberungsarbeiten vorgenommen werden. Der aus Stahlplatten bestehende Schornstein besitzt durchgehende feuerfeste Auskleidung und ist selbststehend. Die Höhe des Stahlmantels beträgt 45,75 m und der Durchmesser an der Spitze innerhalb des Mantels 3,25 m. Das Betonfundament, auf dem der Schornstein steht, ist 4,25 m höher als das Bodenfundament.

Der Schütteltransporteur fördert den Klinker zu Brechwalzen von 60 cm Durchmesser und 45 cm Weite mit geriefelten Walzen und von da zu einem

45 cm Elevator am Ende des Klinkerlagers, wobei ein Elevator in Reserve vorgesehen ist. Der Klinker entleert sich aus dem Elevator durch eine automatisch arbeitende Waage vom Mather-Rotiertyp auf ein 50 cm tiefes Transportband, das sich über die gesamte Länge des Klinkerlagers erstreckt. Durch Abwurfvorrichtungen kann der Klinker an jeder Stelle des Lagers abgestreift werden. Er wird vom Lager durch ein zweites 50 cm vertieftes Förderband wieder erfasst, das in einem Tunnel unterirdisch läuft, und auf das Klinker durch Öffnungen im Boden abgeworfen wird. Am entgegengesetzten Ende wird der Klinker wieder hochgehoben und durch ein 60 cm breites, flaches Förderband nach Eisenbetonbunkern über den Zementmühlen gebracht, wo er mittels Pflugschar ähnlichen Vorrichtungen abgestreift wird.

Es gibt drei Bunkerserien für Klinker und Gips, von denen jeder Satz eine der drei Zementmühlen beliefert. Der Gips wird durch einen 50×15 cm Brecher in einen 20 cm Elevator transportiert und auf die Bunker durch Förderband und Abstreifvorrichtung verteilt. Das Fassungsvermögen jedes Klinkerbunkers beträgt etwa 200 t, während die Gipsbunker jeder etwa 35 t enthalten. Telleraufgaben von 135 cm Durchmesser für Klinker und 90 cm Durchmesser für Gips entleeren unter ihren diesbezüglichen Bunkern den Klinker und Gips in die Mühlen. Die Zementmühlen besitzen Dreikammer-Verbundtyp und sind 11 m lang bei 2 m Durchmesser. Die erste Kammer ist mit gestuften Gusstahlplatten besetzt von 12,5 und 10 cm. Die Mittelkammer ist mit nicht gestuften Stahlplatten ausgekleidet und besitzt eine Charge von 8 t Kugeln ($7,5 \times 5$ cm). Die Endkammer ist mit „Silix“ ausgekleidet, und das Mahlmittel besteht aus 15 t „Cylpebs“ von 2,5 und 1,9 cm. Die Mühlen sind durch Reduziergetriebe, Ritzel und Zahnkranz direkt mit 450 PS starken Motoren gekuppelt. Die Leistung jeder Mühle ist mit 8 t Zement per Stunde bei einem Rückstand von 5% auf dem 5000 Maschensieb und mit 4,75 t hochwertigen Zement per Stunde bei 1% Rückstand garantiert. In jeder Abteilung sind sehr vollständige Visco-Beth-Staubsammelungsanlagen vom Sackfiltertyp vorgesehen, und Staub wird an jeder Stelle, wo solcher wahrscheinlich in die Luft geraten kann, gesammelt. Aus den Mühlen wird der Zement mittels eines 35 cm Durchmesser besitzenden Schneckentransporteurs zu einem Elevator transportiert.

Dieser Elevator ist 45 cm breit und 16,75 m hoch und speist einen Schraubentransporteur, der den Weg in einer Brücke kreuzt. Ein zweiter Elevator von 20 m transportiert den Zement zur Oberseite der Silos. Die Zementfördervorrichtungen von den Mühlen zu den Silos sind doppelt angelegt, nicht nur, um eine Reservegetriebe zu besitzen, sondern auch, um zu arbeiten, wenn gewöhnlicher und hochwertiger Zement gleichzeitig gemahlen werden. Oben auf den Silos fördert ein System von 45 cm Schraubentransportoren den Zement auf einen der acht Eisenbetonsilos. Diese besitzen einen lichten Durchmesser von 9,1 m bei 26,65 m Höhe. Sieben von diesen fassen je 2150 t Zement, während der achte radial in acht kleine Behälter geteilt ist, wobei eine Treppe durch die Mitte geht, von der aus Zementproben aus den verschiedenen Niveaus der Behälter entnommen werden können. Die kleinen Silos enthalten jeder 190 t. Zwei 45 cm Durchmesser besitzende Schraubentransportoren laufen unter jeder Siloreihe und transportieren den Zement zu vier Packbehältern im Packgebäude. Das Packgebäude besitzt zwei Stockwerke, für Sackpackung im ersten Stockwerk und für Fasspackung im Erdgeschoss. Das Packen der Säcke bot einige Schwierigkeiten, da die von der Gesellschaft benutzten Säcke 113 kg fassen und zu gross sind, um mit den gewöhnlichen Methoden automatischer Sackpackung hantiert zu werden. Man sah schliesslich zwei Sätze von Plattformwaagen unter jedem Packbehälter, insgesamt acht, vor, die grosse Zifferblätter haben mit Gewichten bis 113 kg plus Sackgewicht. Ein Arbeiter

steht zwischen zwei Maschinen und bedient ein Ventil unter dem Behälter, das die Speisung zu jeder reguliert. Der Sack wird in geeigneter Weise derart auf der Plattform aufgestellt, dass die Nase einer Sackkarre unter ihn geführt werden kann. Die Zementzufuhr wird angehalten, wenn das Zifferblatt das korrekte Gewicht anzeigt, worauf der Karrenschieber den Sack auf seiner Karre entfernt. Es wird angenommen, dass die Arbeiter schnell damit vertraut werden, die richtige Zeit zum Absperrn der Zufuhr abzumessen, doch ist ein gesonderter Waagestopper vorgesehen. Der Sack wird im gleichen Stockwerk zugenäht und plombiert und einer Rutsche nach dem Erdgeschoss aufgegeben, von wo er nach dem Sacklager geschafft wird. Die Fässer werden im Erdgeschoss ähnlich behandelt, doch ist in diesem Falle für jede Waage eine Rüttelvorrichtung vorgesehen, und es ist per Packbehälter, von denen im Ganzen vier da sind, nur eine Waage vorhanden. Die Wiegemaschinen dieser Abteilung werden von der Firma Henry Pooley & Son Ltd. geliefert. Im Packgebäude ist eine Visco-Beth Staubabscheidungsanlage eingebaut, um von allen den Stellen Staub zu sammeln, wo Zement wahrscheinlich in die Luft geraten kann.

Zwei Kohlensorten werden in gleichen Teilen für die Drehöfen gemischt. Die Kohle wird von der Seilbahn in das Ende des Kohlenlagers abgeworfen und durch einen Morris-Laufkran mit $1\frac{1}{2}$ t Fassungsvermögen aufgenommen und zu beiden Seiten der Hauptstrasse gelagert, die beide Kohlensorten trennt. Die eine Seite des Kohlenlagers ist grösser als die andere, weil auf dieser die Kohle mit viel flüchtiger Substanz lagert und nur bis zu einer Tiefe von etwa 2,5 m wegen der Selbstentzündungsgefahr gelagert werden kann. Ein grosses Lager ist erforderlich, so dass auf einmal eine ganze Dampferladung übergenommen werden kann. Der gleiche Kran entnimmt die Kohle dem Lager und lagert sie in zwei Betonbehältern ein an der fernsten Ecke von der Seilbahn. Von hier aus wird sie unter den Betonbehältern durch Telleraufgaben von 1,2 m Durchmesser abgemessen und einem 50 cm breiten Bandtransporteur zugeführt, der seinerseits zwei Betonkohlenbunker über den Kohlenmühlen von je 60 t Leistung speist. Die Kohle wird den mit Windsichtern ausgestatteten Mühlen, von denen zwei vorhanden sind, eine aber genügt, um beide Öfen zu beschicken, zugeführt. Die Mühlen haben einen Durchmesser von 2,2 m und eine Länge von 2,4 m; sie sind mit Heissluftrohren, Zyclon usw. ausgerüstet. Die heisse Luft wird aus dem unteren Ofenende abgezogen und durch die Mühlen gesaugt. Sie passiert die Zyklone und von da zum Kohlenstaubgebläse, worauf sie wieder mit der Staubkohle in den Ofen eintritt. Die Kapazität jeder Mühle beträgt 4,25 t je Stunde bei einem maximalen Feuchtigkeitsgehalt von 10% in der Kohle, wenn diese in die Mühlen eintritt. Die gemahlene Kohle wird auf zwei Kohlenspeisebehälter aus Stahl eleviert, von denen jeder 10 t fasst, und von hier wird sie durch doppelte Schraubenextraktionstransporteur zwei Hochdruckventilatoren zugeführt, welche die Staubkohle in die Öfen blasen.

Bei einem so weit von der Heimat belegenen Werke ist es wichtig, eine vollständig ausgerüstete Reparaturwerkstatt zu besitzen. Diese besteht aus einer 26,5 cm Zentraldrehbank, einer 1,5 m Radialbohrmaschine, einer Stampfmaschine, einer Kraftsäge, einer 10 cm Rohrbohrmaschine, einer 2,4 m Hobelbank, einem Feinbohrer, einer Formgebungsmaschine, pneumatischen Hammern (100 kg), Schleifmaschinen usw., und aus der bestehenden Fabrik wurden drei weitere Drehbänke herübergeschafft, von denen die eine Doppelgetriebe hat, die andere Schrauben schneidet und die dritte Oberflächenbehandlungen vornehmen kann. Ausserdem sind eine Azetylschweisssanlage und pneumatische Nietmaschinen vorgesehen einschliesslich aller Gerätschaften wie z. B. Blöcken, Winden und ähnlichem.

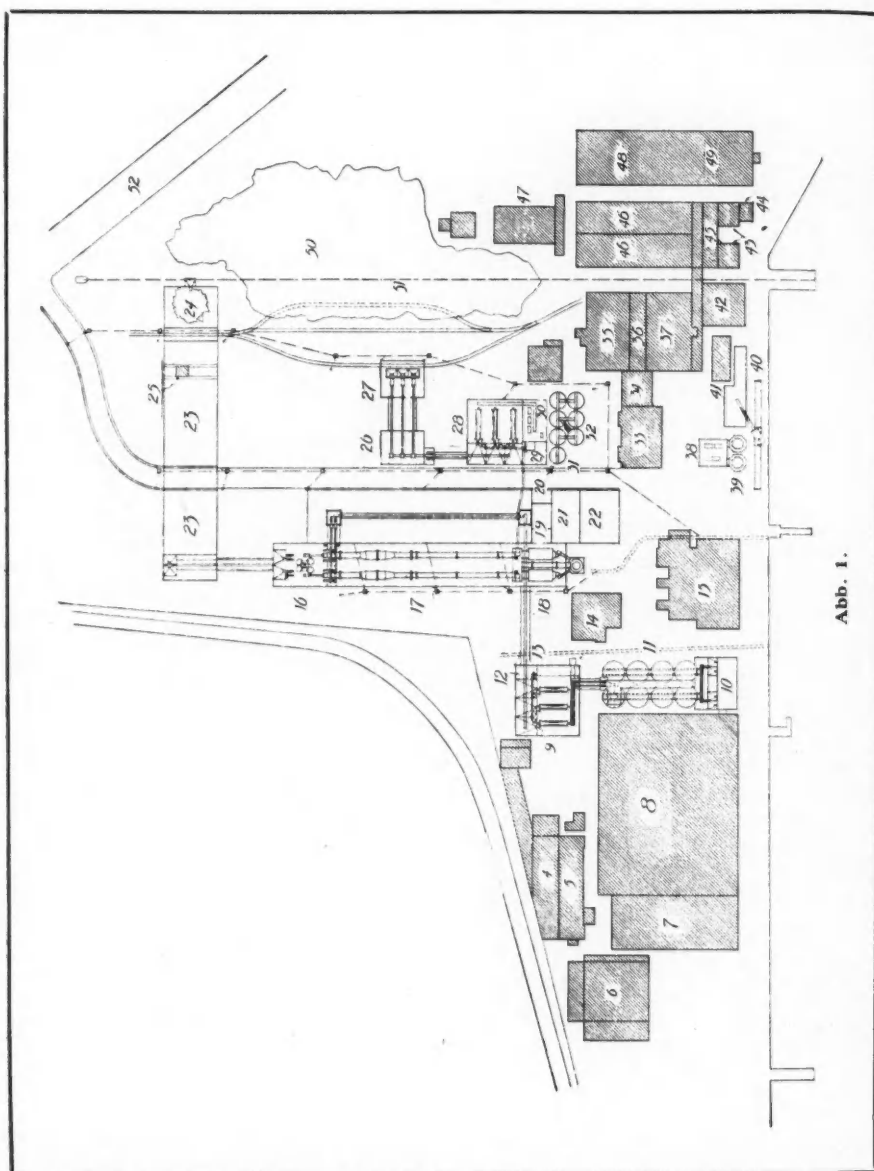


Abb. 1.

Die Kraft wird von der China Light & Power Co. Ltd. bezogen, deren Station den Werken benachbart ist. Die Elektrizität wird dem Transformatorhaus der Fabrik mit 6000 Volt Spannung im Dreiphasenstrom mit 50 Stromkreisen zugeführt. Für die grossen Motore von 200 PS und darüber wird der Strom auf 2200 Volt transformiert, während für sämtliche kleineren Motore er bis auf 350 Volt heruntertransformiert wird. Die Motore, Schalter und Transformatoren usw. werden von der Metropolitan Vickers Ltd. geliefert, die auch die Beleuchtung auf den Werken installieren.

Bei einem wie Hongkong fernegelegenen Platze ist es notwendig ein wohl assortiertes Lager an Reserveteilen zu unterhalten und alle Teile wie Transporteure, Elevatoren, Antriebe und Ähnliches möglichst zu normen. Dieses Problem ist sehr sorgfältig beachtet worden, und im ganzen Werk sind Einzelteile, wenn irgend möglich normiert worden, selbst wenn dieses bedeutete, manche Abmessungen etwas zu vergrössern oder zu reduzieren wie z.B. bei der Breite eines Transporteurs oder der eines Elevators. Ausserdem ist es bei der Anlage des Werks das Ziel gewesen, Einfachheit unter Berücksichtigung modernster Erfahrungen zu wahren. Als Beispiel ist die Pumpenfrage erwähnt worden, und immer, wenn eine oder mehrere Möglichkeiten bestanden von an sich gleichem Wert, so ist die einfachste Vorrichtung gewählt worden mit den letzten Entwicklungen bei sparsamstem Betrieb.

Abb. 1 (seite 468) zeigt: (1) Plan des Zementwerks der Green Island Cement Co., Hongkong; (2) Alte Werksgebäude schraffiert; (3) Masstab in Fuss; (4) Böttcherei; (5) Trocknerei für Fassdauben; (6) Sägewerk; (7) Abziehen des Zements; (8) Zementpackgebäude des alten Werks; (9) Zement-

**HUNDERTE
TONNEN VON
„CHROMOID“**
(ges. gesch. Nr. 478454.)
**KUGEL-UND
ZYLINDER-
MAHLKÖRPERN**

**SIND ALS ERSTE MAHLKÖRPER-
BESCHICKUNG FÜR DIE GESAMTE
MAHLANLAGE NEUER UEBER-
SEEZEMENTWERKE VON DER
FIRMA HELIPEBS LIMITED,
GELIEFERT WORDEN.**

Es müssen gute Gründe vorliegen, weshalb die Ingenieure „CHROMOID“-Mahlkörper vorschreiben. Wir unterrichten Sie gern über alle Einzelheiten. „CHROMOID“-Mahlkörper sind das Resultat jahrelanger Untersuchungen bei der Herstellung von Mahlkörpern für die Zementindustrie.

Wenden Sie sich an:

HELIPEBS LIMITED, Premier Works, GLOUCESTER (ENGLAND).

mühle; (10) Zementpackgebäude; (11) Zementsilos; (12) Gipslager; (13) Gipsbrecher und Elevator; (14) Werkstatt; (15) Bureau; (16) Kohlenmühle; (17) Ofenhaus; (18) Elektr. Staubabscheidungsanlage; (19) Lodge Transformatoren; (20) Kompressorengebäude; (21) Elektr. Unterstation; (22) Werkstatt; (23) Kohlenlager 2000 t; (24) Kohleneinladehaufen; (25) Morris Laufkran; (26) Walzenbrecher; (27) Backenbrecher; (28) Rohmühlen; (29) Sandlager; (30) Schlammumpfen; (31) Tontank; (32) Schlamm tanks; (33) Kessel; (34) Dampfmaschine; (35) Mühle Nr. 2; (36) Ausgangsstelle der Seilbahn; (37) Mühle Nr. 5; (38) Tonpumpen; (39) Tonwaschmühle; (40) Tonpumpe; (41) Dampfmaschine; (42) Steinschuppen; (43) Dampfmaschine; (44) Kessel; (45) Kohlenmühlen; (46) Drehöfen Nr. 1, 2, 3 und 4; (47) Staubabscheidungsanlage; (48) Klinker; (49) Kohle; (50) Kalksteinlager; (51) Seilbahn; (52) Stadt Kowloon Strasse.

Abb. 2 (Seite 389) ist eine Ansicht vom Kalksteinhaufen nach den Oefen. Die Brecher sind in der im Vordergrund ersichtlichen Grube installiert worden.

Abb. 3 (Seite 390) ist eine Ansicht von der Kohlenmühle nach der Brennplattform hin; auf der rechten Seite können die Anfänge der Zementsilosskeletts gesehen werden. Beide Aufnahmen stammen aus dem Januar 1931.

[*Wir hoffen, einen weiteren Artikel über dieses Werk in der nächsten Zukunft zu veröffentlichen, nach dem es eine Weile in Betrieb ist, aus welchem die tatsächlichen Ergebnisse während des Betriebes angezeigt werden können. Herr Henry Pooley, der Verfasser dieser Abhandlung ist beratender Ingenieur der Green Island Cement Co. Ltd. und ist für die Anlage verantwortlich.]

Neue Zementwerke in Syrien.

Im vergangenen Dezember wurde der Auftrag zur Ausrüstung einer neuen syrischen Zementfabrik der "MIAG" Gesellschaft (Mühlenbau- und Industrie Aktiengesellschaft) in Braunschweig erteilt. Der Gründer des neuen Unternehmens ist die Société Nationale pour la Fabrication des Ciments et des Matériaux de Construction in Damaskus, einer vollständig arabischen Gesellschaft mit einem Kapital von 120000 Ltqor., was etwa 2,18 Millionen RM. entspricht.

Dieses ist nicht das erste zementergeugende Unternehmen Syriens, da ein eine Fabrik mit fast der doppelten Kapazität dieses neuesten Werks in der Umgebung von Tripolis der Vollendung entgegengeht; diese Fabrik gehört der französischen Libanongesellschaft, welche ebenfalls die „MIAG“ Gesellschaft mit deren Konstruktion beauftragte.

Die neue Damaszener Zementfabrik wird in unmittelbarer Nachbarschaft der nach Beirut führenden Strasse errichtet und wird ihre Produktion hauptsächlich nach Damaskus und Umgebung sowie nach den im Inneren des Landes gelegenen Städten absetzen. Die Leistung wird per 24 Stunden 100 t Zement betragen, die nach dem Trockenverfahren mit einem Drehofen erzeugt werden. Da sich in diesem Teile des Orients kein Brennstoff findet, hat sich die Gesellschaft entschieden, Rohöl in dem Drehofen zu verwenden und eine Abhitzeverwertungsanlage in Verbindung mit einem Turbogenerator zu installieren, um die erforderliche Kraft zu erzeugen.

Die Rohmaterialien finden sich in unmittelbarer Nachbarschaft des Werks und versprechen die Erzeugung eines guten, konkurrenzfähigen Zements. Die technische Leitung liegt in europäischen Händen.

Relationen zwischen Brennbetrieb u. den Hauptkomponenten des Rohmehles, Kalk, Kieselsäure u. Tonerde.

O. FREY, Ing.-Chemiker.

Bei der Auswahl eines Ofensystemes von grösster Wichtigkeit ist die genaue Kenntnis aller jener Stoffe, die am Aufbaue des Klinkers hauptsächlich beteiligt sind. Es wird also notwendig sein zuerst die zur Verfügung stehenden Rohmaterialien ganz genau zu kennen, u. zwar so zu kennen dass Fehlschlüsse ausgeschlossen sind.

Eine der wichtigsten Eigenschaften solcher Rohmaterialien, ist die Feststellung ihrer Gleichmässigkeit, darunter versteht man nicht nur etwa den gleichmässigen Verlauf im Kalkgehalte, sondern auch der Kieselsäure u. der Tonerde u. des Eisens, zusammengefasst im Silikatmodule. Will man also ein Rohmaterial richtig kennen lernen, so muss der Aufschluss so gründlich sein, dass die Kurve im Gleichmässigkeitsverlaufe sowohl des Kalkes als auch des Silikatmodules vollständig festgelegt wird.

Um den Gleichmässigkeitsverlauf eines Rohmateriallagers bestimmen zu können, genügt es aber nicht etwa, bloss von jeder Untersuchungsstelle eine Probe zu entnehmen, man muss je nach der Situation verschieden vorgehen. Nehmen wir z. B. eine Schichtenlagerung wie in Abb. 1 (Seite 392), so ist die Probeentnahme verhältnismässig leicht.

Von jeder Schicht wird im Längsverlaufe je nach den Umständen alle zwei oder drei Meter ein Muster gezogen, die Muster geordnet eingelagert in eine Kiste mit Abteilungen gelegt u. mit Nummern versehen korrespondierend mit denen der Bruchstelle. Dasselbe wird gemacht im Höhenverlaufe der Schichtung nur mit dem Unterschiede, das hier mehr Proben gezogen werden; im Höhenverlaufe erfolgt das Probeziehen abwechselnd zu den Untersuchungsstellen im Längsverlaufe.

Eine in dieser Weise untersuchte Schicht wird zuverlässige Schlussfolgerungen zulassen. Die scheinbar grosse Arbeit ist verschwindend klein, wenn man bedenkt, dass ihr Ausserachtlassen später schwerwiegende Folgen nach sich ziehen kann.

Ist die eben behandelte Probeentnahme einfach gewesen, so erwachsen bei einem Schichtenverlauf, wie er durch Abb. 2 (Seite 392) gegeben wird, grössere Schwierigkeiten.

Bei einem solchen Schichtenverlauf dürfte das Beste sein durch Bohrungen (Tiefbohrungen) sich einen gründlichen Aufschluss des vorhandenen Lagers zu beschaffen. Hierbei ist begleitend, dass die Bohrungen sogeführt werden, dass sämtliche Schichten im Bohrkern aufgenommen sind. Es empfiehlt sich das Vorgehen so einzuleiten, dass die Bohrungen nicht zu tief fallen, u. kann dies leicht verhindert werden durch aufmerksames Studium des geologischen Verlaufes wie Abb. 2 (Seite 392) dies veranschaulichen will. Als Kontrolle des richtigen Anschneidens der Schichten wird die letzte bezw. die erste Schicht doppelt gebohrt. Die derart erhaltenen Bohrkern geben ein zuverlässiges Bild der Zusammensetzung der Schichten. Durch Bohrungen an verschiedenen Stellen kann man sich Gewissheit holen über die vorhandene Gleichmässigkeit im Lager.

Will man sich in dem eben behandelten Falle die Kosten der Tiefbohrung ersparen, so kann man auch zu einem zuverlässigen Bilde dadurch kommen, dass das Lager an einer besonders günstigen Stelle abgedeckt wird unter Freilegung der Schichten, so dass das Lager gleichfalls in seinem gesammten Querschnitte fassbar wird. Diese Art Probenahme kann gut sein, ist aber noch lange nicht so günstig wie das Bild das die Tiefbohrungen entwerfen.

Einen weiteren besonderen Fall gibt folgende Situation. Beide Rohmaterialien sind am gleichen Lager vorhanden. Der Kalkstein überlagert den Mergel.

In diesem Falle dürfte das Zweckmässigste sein durch Hineintreiben eines Richtstollens rechtwinklig zum Schichtenverlauf sich den zuverlässigen Aufschluss zu holen (Abb. 3, Seite 394). Im Vortriebe des Stollens werden die Proben am besten nach der beigegebenen Schablone genommen, um unter allen Umständen sicher zu gehen.



Die Punkte geben dabei die Stellen im Stollenquerschnitte an, an denen die Proben zu ziehen sind.

Hat man sich unter Zusammenstellung der erhaltenen Resultate die Gleichmässigkeitskurve im Rohmaterial aufgestellt, so gibt diese nun das Material an die Hand das passende Ofenfutter auszulesen, eine Sache, die für den Ofenbetrieb von ausschlaggebender Bedeutung ist. Man wird daher an Hand dieser Gleichmässigkeitskurve an die Zusammenstellung jener Zahlen herangehen, die massgebend sind zur Erfassung einer die Situation klar bestimmenden Rahmens. Dieser Rahmen zur Bestimmung umfasst folgende Prüfungspunkte des Rohmaterials.

1. Feststellung des Sinterpunktes des Rohmehles.
2. Feststellung des Schmelzpunktes des Rohmehles.
3. Bestimmung einer guten Durchschnittsanalyse des Rohmehles.
4. Angabe der Grenzwerte in der Zusammensetzung des Lagers.
5. Feststellung der Schwindmasse im Rohmehle bzw. Klinker.
6. Angabe des Silikatmodules im kleinsten u. grössten Werte.
7. Angabe der voraussichtlichen Maximalhöhe im Kalkgehalte.

Hervorragende Wichtigkeit im Rahmen kommt dem Sinterpunkt des Rohmehles zu u. empfiehlt es sich hier die Versuchsserien so zu gestalten, dass man die Sinterpunkte des Rohmehles im Tiefst- u. im Höchst-Punkte des Kalkes u. des Silikatmodules festlegt. Nach dem Sinterpunkte richtet sich insbesondere die Auswahl des Feuerkleides, weil der Sinterpunkt desselben immer über oder doch mindestens gleich demjenigen des Rohmehles sein muss. Es ist daher ganz unrichtig wie dies nur zu oft geschieht, das Hauptaugenmerk auf den Schmelzpunkt zu verlegen, der beim Brennen doch recht selten in betracht kommt.

Die Kenntnis des Schmelzpunktes dient in erster Linie dazu, die Temperaturspanne zu erfahren, die benötigt wird von beginnenden Sintern bis zum völligen Niederschmelzen des Materiales, das in diesem Zustande selbstverständlich seine stärkste Aktivität auf das Feuerkleid zu äussern beginnt.

Die Angabe einer guten Durchschnittsanalyse ist notwendig, um sich ein Bild entwerfen zu können über die in Aussicht stehende chemische Aktivität der Rohmasse gegenüber dem Feuerkleide.

Die Grenzwertbestimmungen im Rohmateriallager sollen Aufschluss geben darüber wie weit die Durchmischung des Rohmehles ev. getrieben werden kann u. ob unter Umständen eine völlige Durchmischung besondere Einrichtungen oder Mischungsverfahren notwendig macht. Will man in der Qualität des Bindemittels an die Spitze gelangen so darf der Verlauf im Kalkgehalte genau so wie derjenige der Kieselsäure u. der Tonerde u. des Eisens keine Kurve mehr bilden sondern er soll sich der Geraden nähern. Erst dieser Zustand gewährleistet die Erzielung von Spitzenfestigkeiten im Bindemittel.

Wir wissen, dass die Sinterpunkte der Rohmaterialien im Rohmehle ganz individuell sind. Es lassen sich hier keine Voraussagen machen u. haben wir es ungefähr mit folgender Einteilung zu tun.:

1. Leichtsinternde Rohmehle 1300-1350 Grad C.
2. Normalsinternde Rohmehle 1350-1450 Grad C.
3. Schwertsinternde Rohmehle 1450-1550 Grad C.

Zu den schwer sinterbaren Rohmehlen gehören einerseits diejenigen mit hohem Kieselsäuregehalt, da der Quarz erst bei einer Temperatur von 2000 Grad C. zu sintern beginnt, anderseits solche mit hohem Tonerdegehalt, da auch dieser bei Zunahme entsprechende Temperaturerhöhung im Sinterpunkte bringt, indem auch die Tonerde denselben hohen Sinterpunkt besitzt wie der Quarz selbst. Mitbestimmend für die Höhe des Sinterpunktes des Rohmehles ist dann noch die Einstellung des Kalkgehaltes, der sich im selben Masse äussert wie die Kieselsäure.

Das Vorgehen bei der Untersuchung dürfte sich am besten an Hand eines Beispiels veranschaulichen lassen.

DER RAHMEN EINES HOCHSINTERNDEN ROHMEHLES.

Sinterpunkt	...	...	...	...	1500-1520 Grad C.
Schmelzpunkt	...	...	...	...	1600-1650 Grad C.
SiO ₂	...	...	...	...	14.00
R ₂ O ₃	...	...	...	...	4.00
CaO	...	...	...	...	43.50
MgO	...	...	...	...	1.50
SO ₃	...	...	...	...	0.50
CO ₂ , H ₂ O	...	...	...	...	36.00
Rest Alkalien	...	...	...	...	0.50
Silikat-Modul	...	...	...	...	3.5
Hydr. Modul	...	...	...	...	2.4
Silikat-Modul Grenzwerte	...	...	...	...	3.0-4.0
Maximaler Kalkgehalt	...	...	...	...	44.0

Bei der Benutzung des Rahmens ist nun noch in Betracht zu ziehen die Einwirkung der Asche auf den Sinterpunkt des Rohmehles. Diese Einwirkung äussert sich bei den verschiedenen Ofensystemen ganz verschieden, je nachdem die entstehende Asche ganz oder nur teilweise ins Rohmehl übergeht, sich vollständig mit diesem mischt oder nur oberflächlich. Beim Schachtofen hängt dies zusammen mit der Feinheit des eingepressten Griesskokses oder

Greisskohle, beim Rotierofen mit der Feinheit der Düsenkohle und der Art der Chikanen. Beim Rotierofen spielt auch noch die Richtung der Düse zur Ofenaxe eine Rolle.

Im Grossen und Ganzen darf damit gerechnet werden, dass durch den Einfluss der Kohlenasche in den allermeisten Fällen eine Senkung des Sinterpunktes herbeigeführt wird, der wohl mit 20-30 Grad C. eingeschätzt werden darf gegenüber demjenigen des reinen Rohmehles. Es muss dies bei der Diskussion des Rahmens mitberechnet werden. Da die Zusammensetzung der Aschen eine sehr mannigfaltige ist, u. wir zwischen ganz leicht u. schwerer schmelzbaren Aschen unterscheiden müssen, ist die Untersuchung auf diese notwendig zwecks Aufklärung des Einflusses, den sie auf den Brennprozess u. auf das Feuerkleid nimmt.

Da es Kohlenaschen gibt mit recht hohem Kieselsäuregehalt und solche mit ebensohohem Eisenoxydgehalte, etc., so muss auch in dieser Richtung die notwendige Beachtung erfolgen mit Bezug auf alle etwa vorkommenden Betriebsverhältnisse im Drehofen wie im Schachtofen.

Gestützt auf die Ergebnisse im Rohmehlrahmen können wir nun dazu übergehen die Anforderungen zusammenzustellen, die wir an das Feuerkleid stellen müssen, damit der Betrieb möglichst lange Reise hat. Der Rahmen des Feuerkleides wird folgendes Gesicht bekommen:

RAHMEN DES FEUERKLEIDES.

Sinterpunkt	...	...	...	1500-1520 Grad C.
Schmelzpunkt	...	...	...	1750-1800 Grad C.
Structur	...	...	...	möglichst hohe Dichte
Schwindmasse	...	...	...	möglichst gering
Mech. Abnutzung	...	...	...	möglichst klein
Gute Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturwechsel				mehrmaliges Abstellen Bedingung.

Für ein Rohmehl wie das besprochene eines ist, scheidet natürlich die gewöhnliche Chamotte als Feuerkleid aus. In diesem Falle kommen in Betracht lediglich erstklassige stark tonerdehaltige feuerfeste Ausfütterungen, welches Futter auch gegen stark kieselsäurehaltige Rohmehle sehr widerstandsfähig ist. Die folgende Tabelle zeigt die Analyse eines stark tonerdehaltiges Feuerkleides.

STARK TONERDEHALTIGE OFENBEKLEIDUNGEN.

SiO ₂	...	...	...	...	19.00
Al ₂ O ₃	...	...	...	...	71.00
Fe ₂ O ₃	...	...	...	...	5.00
CaO	...	...	...	...	1.00
Raumgewicht	...	...	...	...	2.4
spec. Gew.	...	...	...	...	3.4
Sinterpunkt	...	...	...	...	1500 Grad C.
Schmelzpunkt	...	...	...	...	1750-1800 Grad C.
Volumenveränderung	...	...	...	...	Wachsen ab Segerkegel 15

Das hoch tonerdehaltige Futter in erstklassiger Aufbereitung wird als Ofenkleid im Rotierofen sowohl wie im Schachtofen selbst unter Benutzung derartig activer Rohmehlmasse wie oben angegeben sehr lange Dauer haben. Voraussetzung dabei ist natürlich ein sehr sorgfältiges Verlegen im Ofen u. ein

rasches Aufbrennen von Ansatz, was ja sehr leicht möglich ist. Die Reise eines solchen Futters wird mindestens 8-10 Monate u. länger sein.

Die Abb. 4 (Seite 395) will veranschaulichen in welcher Weise Portlandzementklinker auf verschieden Arten von Ofenauskleidungen Einfluss nehmen. Auch hier zeigt das Tonerdefeuerkleid entschieden einen grossen Vorsprung. Mit dem Chamottestein (A) ist der Klinker zu einer glasigen Schlacke verschmolzen, die tief eingedrungen ist. Der Dinasstein (B) zeigt wie der Klinker ein tiefes Loch in den Stein gefressen hat; der Ziegel ist dabei gesprungen. Bei dem hoch tonerde haltigen Stück (C) ist beinahe keine für Wirkung festzustellen da ein Angriff auf die Masse gar nicht stattgefunden hat dem hoch tonerdehaltigen Stein (C) ist aber der Klinker vollständig erhalten, und ein Angriff des Ziegels hat nicht stattgefunden.

Wie wichtig dabei ein dichtes Material ist, zeigt das Tonerdehaltige Bild. Das Hineinfließen der activen Rohmasse in die Poren wird erschwert u. damit der Zersetzung des Feuerkleides ein Riegel geschoben. Neben der günstigen chemischen Zusammensetzung ist dies einer der Punkte, auf die besonderes Augenmerk gelegt werden muss. Natürlich spielt im Zustande der beginnenden Erweichung auch das Verhalten des Feuerkleides mit Bezug auf Wachsen oder Schwinden eine grosse Rolle. Ein starkes Schwinden im Sinterpunkte bringt selbstverständlich Risse in das Kleid hinein, die sich mit Masse füllen, wodurch die Angriffsflächen vergrössert werden. Es ist daher von Wert darauf zu achten, dass für Zementöfen Auskleidungen mit grossen Schwinden auch nicht genommen werden.

Unter Zugrundelegung des eben behandelten Beispiels wird es leicht möglich sein sich bei der Beschaffung des richtigen Ofenauskleidung auch bei den anderen tiefer sinternden Rohmehlen zurechtzufinden. Die graphische Aufstellung (Abb. 5, Seite 396) gibt die Anhaltspunkte dafür, in welcher Weise Rohmehl u. Feuerkleid zu einander eingestellt sein sollen.

Die Spanne von 25 Grad Celsius für das Einstellungsverhältnis der beiden Sinterpunkte ist natürlich als absolute Zahl zu nehmen. Sie will weiter nichts angeben als die ungefähre Gegenüberstellung in dem Wertverhältnis der beiden Sinterpunkte.

Für die beiden unteren Kategorien Rohmehle mit tiefem u. normalem Sinterpunkte haben wir natürlich, je niedriger der Sinterpunkt des Rohmehles liegt um so mehr Auswahl in den verschieden gearteten Ofenauskleidungen. Mit dem hochtonerdehaltigen Feuerkleid in Wettbewerb tritt mit Erfolg nun auch die gewöhnliche Chamotte I. Klasse. Wir erhalten unter Berücksichtigung der gemachten Feststellungen dann folgende Uebersicht:

Tief sinternde Rohmehle 1300-1350 Grad C.	Normal sinternde Rohmehle 1350-1450 Grad C.	Hochsinternde Rohmehle 1450-1550 Grad C.
Als Feuerkleid kommt in Frage:	Als Feuerkleid kommt in Frage:	Als Feuerkleid kommt in Frage:
a. Chamotte I. Klasse	a. Chamotte I. Klasse	a. Hochtonerdehaltende Produkte
b. Hochtonerdehaltende Produkte	b. Hochtonerdehaltende Produkte	b. Chamotte I. Klasse scheidet aus.
c. Klinkerbeton	c. Klinkerbeton	c. Klinkerbeton.

Erläuternd ist zu bemerken, dass wie schon bemerkt, das Sinterpunkt der Rohmasse durch die Aschenbeimengung gesenkt wird u. dass durch Zusatz von Flussmitteln auf eine weitere Senkung hingearbeitet werden kann, sofern eine solche in den Rahmen passen sollte, um ein verteilhafter zu beschaffendes Ofenkleid besser zugänglich zu machen.

Weiter ist zu bemerken, dass bereits bei den normal sinternden Rohmehlen die Verwendung der Chamotte I. Klasse sehr oft in ein kritisches Stadium fällt namentlich wenn die Sintertemperatur bereits die Grenze von 1400 Grad C. überschreitet. In solchen Zweifelsfällen wird man sich am besten für das sicherere hochtonerde haltige Feuerkleid entscheiden.

Was die Verwendung von Klinkerbeton als Feuerkleid betrifft, ist zu bemerken, dass diese recht gute Verhältnisse schaffen können, wenn für sorgfältige Erzeugung Sorge getragen wird. Dieses Kleid hat den Vorteil, dass es aus derselben Masse besteht wie das Rohmehl selbst, dass also chemische Einflüsse sich ausschalten, in Frage kommt lediglich die gute Erzeugung, von der voll u. ganz der Erfolg abhängig ist.

Einige Anregungen.

Ein Korrespondent schreibt uns: „Im abgelaufenen Jahre habe ich CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE mit viel Vergnügen gelesen. Die Abhandlungen waren sehr gut geschrieben, und sie enthielten eine grosse Menge an wertvollen Informationen.“

„Ich glaube indessen, dass diese Zeitschrift von noch grösserem Nutzen für die Zementindustrie sein würde, wenn Sie in den nächsten Heften Artikel über folgende Themen bringen könnten:

(1) Betriebsleitung und Betriebskontrolle von Zementfabriken, einschl. der Selbstkostenberechnungen. Obwohl zwei Werke zum gleichen Preise fabrizieren können, können sie dennoch von einander lernen und ihre Selbstkosten reduzieren.

(2) Ein Teil jedes Heftes sollte für Zuschriften und Antworten über Zementfragen reserviert werden.

In seiner gegenwärtigen Form ist CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE für alle jene unentbehrlich, welche bei der Herstellung von Zement und Zementmaschinen beschäftigt sind, und die den Wunsch haben, mit der Zeit zu gehen.“

(** Wir danken unserm Mitarbeiter für die vorstehenden Anregungen. Was die Frage der Betriebsleitung von Fabriken angeht, hat es sich als sehr schwierig herausgestellt, einen Betriebsleiter zu finden, der qualifiziert wäre, um eine solche Abhandlung zu schreiben, und der auch über die hierzu erforderliche Zeit verfügt; sollten diese Zeilen irgendeinem zu Gesicht kommen, der zu einem solchen Bericht gerüstet ist, so würden wir uns freuen, von diesem zu hören. Was Zuschriften und von unsern Lesern angeregte Probleme angeht, so sind wir jederzeit bereit, Briefwechsel von allgemeinem Interesse zu veröffentlichen und an der Lösung der Probleme unserer Leser mitzuarbeiten.— Der Herausgeber.)

Eine deutsche Fusion.

Die Firmen Friedr. Krupp Grusonwerk, Magdeburg und Andreas Maschinenbau Gesellschaft, Münster, beide Spezialisten von altem Ruf für Zementfabrikmaschinen, haben ein Uebereinkommen getroffen hinsichtlich dieses Zweiges Ihres Geschäfts. Krupp Grusonwerk wird die gesamte Zementmaschinenabteilung der Andreas Gesellschaft übernehmen, während Herr Andreas als technischer Ratgeber bei Krupp-Grusonwerk mitarbeiten wird.

Mess- und Anzeiginstrumente für Drehöfen.—II.

von A. C. DAVIS.

(BETRIEBSDIREKTOR DER ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.)

Der "Arkon"-Registrierapparat wird hergestellt, um entweder das Vorhandensein von Kohlendioxyd allein oder von Kohlendioxyd und Sauerstoff anzuzeigen. Der Apparat arbeitet mittels Absorption und Verwendung von Kalilauge als Reagenz für Kohlendioxyd und von Stickstoff für Sauerstoff. Die erhaltenen Ablesungen sind daher direkte und nicht aus der Differenz erhaltene. Der entweder mittels Wasser oder auf elektrischem Wege betriebene Aspirator ist gewöhnlich derart eingestellt, dass stündlich etwa 30 Ablesungen vorgenommen werden können.

Abb. 13 (Seite 398) zeigt den kombinierten Kohlendioxyd- und Sauerstoff-Registrierapparat. Das Instrument ist hergestellt, um verschiedene Prozentsätze beider Gase anzuzeigen, doch ist der Normalbereich für Sauerstoff hinlänglich hoch für Drehofengase, und folglich ist es sehr schwer, kleine Unterschiede im Sauerstoffgehalt abzulesen.

Der "W.R."-Registrierapparat für Kohlendioxyd ist ebenfalls ein Apparat, der auf dem Prinzip der Absorption beruht, doch wird im Gegensatz zu dem bei dieser Type sonst üblichen Verfahren das Anzeigen kontinuierlich vorgenommen. Abb. 14 (Seite 399) zeigt in Diagrammform nur die Anzeigevorrichtung, und Abb. 15 (Seite 399) ist eine Ansicht des zum Registrieren und Anzeigen dienenden Apparates. Der Absorptionsteil des Instruments besteht aus einem äusseren und inneren Gefäss, von denen das letztere ein poröser Topf ist, der das absorbierende Reagenz in Form einer Patrone enthält. Ein Rohr eines Wassersäulenmessers ist mit dem äusseren Gefäss verbunden und das zweite mit dem inneren Gefäss. Die Kohlendioxyd enthaltenden Gase werden durch das äussere Gefäss auf übliche Weise angesaugt. Ein Teil dieser Gase passiert durch den porösen Topf, in welchem das Kohlendioxyd vom Reagenz absorbiert wird. Hieraus ergibt sich eine Reduktion des Gasdrucks in diesem Gefässe auf einen niedrigeren Wert als im äusseren Gefäss, eine Reduktion, die sich am Wassersäulenmesser bemerkbar macht. Die Grösse der Bewegung in der Wassersäule hängt von der Menge Kohlendioxyd in den Gasen ab.

Der "Electroflo"-Registrierapparat ist ebenfalls für Kohlendioxyd eingerichtet, und man hat bei diesem die üblichen Gedankengänge bei der Konstruktion dieser Art Apparate verlassen. Alle Glasteile und Gummischläuche sind in Fortfall gekommen; ein durch einen Motor getriebener Aspirator wird verwendet, und sämtlich arbeitenden Teile sind in Öl gebettet; Wasser ist völlig eliminiert.

Ein grosses Absorptionsgefäss ist mit dem Apparat verbunden, das es gestattet, diesen ohne Wartung bis zu mehreren Monaten zu verwenden. Die besonderen Kennzeichen des Apparats sind auf Abb. 16 (Seite 400) deutlich zu sehen. Es kann sowohl die Anzeige- wie Registriervorrichtung benutzt werden, und bei einer Type der Registriervorrichtung wird eine Streifenkarte verwendet, die in solcher Länge erhalten werden kann, dass mehrere Wochen lang registriert werden kann. Abb. 17 (Seite 401) stellt eine kombinierte Anzeige- und Registriervorrichtung mit kreisförmiger Karte dar.

Wie bei vielen anderen wissenschaftlichen Bestimmungen ist die Methode des Probennehmens von Wichtigkeit. In einem Zeitraum von Sekunden entnommene Gasproben, welche als "Moment"-Proben bekannt sind, haben wenig Wert, um mittlere Bedingungen anzuzeigen, wenn diese nicht über lange Zeiträume konstant bleiben, und dieses ist beim Drehofenbetrieb selten der Fall. Es ist daher äusserst wünschenswert, das Probennehmen möglichst lange auszudehnen.

Ein innerhalb von zehn bis zwanzig Minuten entnommenes Muster ist durchaus befriedigend, doch ist es für einige Zwecke besser, eine Probe aus einer wesentlich längeren Zeit, von etwa zwölf oder vierundzwanzig Stunden zu erhalten. Bei Registrierapparaten werden die Proben im allgemeinen über einen kurzen Zeitraum erhalten; da jedoch viele solche Proben innerhalb einer Stunde entnommen werden, wird ein gutes Durchschnittsergebnis erhalten.

Bei Verwendung des Orsatapparates ist üblich, die Probe in einem Gefäß zu sammeln und aus diesem die zum Zwecke der Analyse erforderlichen 100 ccm zu entnehmen. Dort, wo keine ständige Vorrichtung zum Probenehmen vorhanden ist, ist es möglich, schnell ein kurzfristiges Muster mittels zweier Winchesterflaschen zu erhalten, deren Einrichtung auf Abb. 18 (Seite 402) gezeigt wird. Die Flasche, in die man die Probe entnehmen will, wird vollständig mit Wasser gefüllt, doch kann sie durch eine Rohr völlig in die andere Flasche geleert werden, wobei das Auslaufmass reguliert werden kann. Es ist leicht das Mass der Probenahme so einzustellen, dass innerhalb von zwanzig Minuten ein Durchschnittsmuster erhalten wird. Es ist sehr wesentlich, dass das verwendete Wasser keinen, Kohlendioxyd absorbierenden Bestandteil enthält, und es ist ratsam, das Gas durch das Wasser so lange wie möglich in Blasen aufsteigen zu lassen, bevor das Muster entnommen wird, damit das Wasser mit Kohlendioxyd gesättigt ist. Gelegentlich wird zur Vermeidung der Absorption von Kohlendioxyd durch das Wasser eine Lage Paraffin auf die Oberfläche des Wassers gebracht, doch ist dieses Verfahren ziemlich unsauber.

Es gibt verschiedene kontinuierlich arbeitende Vorrichtungen zum Probenehmen, doch ist es bei Auswahl eines solchen Apparats erwünscht, darauf zu achten, dass geeignete Vorkehrungen getroffen werden, um das Mass des Ansaugens zu regulieren. Wenn man das Wasser aus einem Zapfer auf den Boden des Probengefäßes laufen lässt, wird das Niveau des Wassers allmählich sinken mit darauffolgendem Abnehmen des Masses der Probenentnahme. Bei der besten Type eines solchen Apparates wird eine Schwimmkammer, die dem Verbrennungsraum eines Automobils ähnelt, verwendet. Das Wasser wird von der Schwimmkammer abgezogen, und das Tempo des Probenehmens ist daher über den ganzen Bereich konstant. Ein Probenehmer dieser Art wird auf Abb. 19 (Seite 402) gezeigt.

Messen der Schlammzufuhr.—Bei dem nach dem Nassverfahren arbeitenden Drehofen wird der Schlamm gewöhnlich am oberen Ende des Ofens entweder mittels einer Löffelspeisung oder mittels eines Becherelevators aufgegeben.

Die Löffelaufgabe besteht aus einem Rad mit vier oder mehr hohlen Armen, an deren Enden Becher angebracht sind. So, wie sich jeder Arm nach der Mitte oben dreht, fließt der Schlamm den Hohlarm herunter in den Hohlzapfen, der mit dem Rohr zur Speisung des Ofens verbunden ist. Dieser Teil des Apparats wird am besten mittels eines Motors von regulierbarer Tourenzahl getrieben so, dass das Mass der Zufuhr reguliert werden kann. Vorausgesetzt dass das Schlammniveau auf dem Boden des Apparats konstant gehalten wird, ist es leicht, das Gewicht des dem Ofen zugeführten Materials innerhalb eines Zeitraums durch Zählen der eingekippten Becher zu bestimmen. Dieses geschieht leicht mittels einer Zählvorrichtung. Abb. 20 (Seite 403) zeigt die allgemeine Konstruktion des Löffelspeisegetriebes. Bei der Schlammzufuhr nach dem Becherelevatortyp, die auf Abb. 21 (Seite 404) zu sehen ist, kann die Materialmenge ebenso wie bei der Löffelspeisung bestimmt werden. Auch der Becherelevator sollte durch einen Motor von regulierbarer Tourenzahl getrieben werden, damit der Betriebsleiter eine genaue Kontrolle über das Mass der Zufuhr in den Ofen besitzt.

Es könnten auch andere Verfahren zum Messen der Zufuhr wie z.B. der in der Rohrleitung angeordnete Venturi-Messer oder eine der vielen, ein Wehr benutzenden Messapparattypen benutzt werden. Keine dieser letzteren Methoden ist hierzulande in ausgedehntem Masse verwendet worden wegen der kolloiden

Natur des Schlammes, die in verschiedenen Teilen der Apparatur Absetzen von Material bewirkt.

Feuchtigkeit im Rohmaterial.—Die Feuchtigkeit in dem, dem kalten Ende des Drehofens aufgegebenen Material kann durch eine Augenblicksprobe oder durch eine kontinuierlich entnommene Probe bestimmt werden. Das kontinuierliche Probenehmen ist wegen der kolloiden Natur vieler benutzter Materialien nicht leicht; wo indessen der Schlamm eine offene Rinne passiert, kann ein einfaches Probenehmen durch Anbringen eines flach geriefen Rades über der Mitte der Rinne ausgeführt werden, und zwar in solcher Höhe, dass der darunter passierende Schlamm das Rad in Drehung versetzt. Gleichzeitig nimmt die Einfassung des Rades eine kleine Menge Schlamm auf, die in ein Probegefäß abgeschrabt werden kann.

Luft- und Gasdrucke.—Zum richtigen Betrieb eines Drehofens ist es wichtig, dass der Druck der Gase im Ofen und der Luft im Feuerungsrohr bekannt ist. An folgenden Stellen werden gewöhnlich Ablesungen gemacht:

- (1) Zug im hinteren Ende des Ofens.
- (2) Druck in der Brennhäube.
- (3) Statischer Luftdruck im Kohlenfeuerungsrohr.

Positive oder negative Luft- oder Gasdrucke werden gewöhnlich in cm Wassersäule gemessen, und allgemein in cm Wasserdruck zum Ausdruck gebracht, obwohl es in manchen Fällen vorgezogen wird, die Säule in mm Quecksilber zu messen.

Die einfachste Form der Messung ist die der U-Messung, welche bequem mit einem Stück Glasrohr, das in die Form, von der es seinen Namen hat, gebogen wird, gemacht werden kann. Diese Art der Messung ist ausreichend zum Messen von Druckunterschieden von 1 cm oder mehr, doch sind kleinere Differenzen sehr schwer befriedigend abzulesen. Diese Art der Messung leidet unter dem Nachteil, dass sie sehr empfindlich für plötzliche Druckschwankungen ist, die Schwingungen der Wassersäule verursachen. Eine kleine Menge an verdampftem Wasser oder kondensiertem Dampf in der Luft oder dem Gase im Rohr, welches das Instrument mit der Messstelle verbindet, würde verursachen, dass der Nullpunkt sich verändert. Es ist ein allgemeiner Fehler, am falschen Schenkel des Messers abzulesen und einen positiven Druck als einen negativen zu registrieren und umgekehrt. Ein Druckunterschied veranlasst einen Schenkel des U-Rohrs gegen den anderen zu steigen, da sich die Skala aber nur auf den einen Schenkel bezieht, entspricht ein Druckunterschied von 1 cm Wasserdruck nur 0,5 cm auf der Skala. Diese Tatsache macht die Ablesung an dem Instrument sehr schwierig, wenn die Druckunterschiede klein sind. Trotz dieser Nachteile ist diese Art von Messinstrument viele Jahre in ausgedehntem Masse zur Anwendung gelangt. Abb. 22 (Seite 406) zeigt eine Abbildung dieses Instruments.

Die meisten mit dem U-Messer verbundenen Schwierigkeiten sind bei dem "Arkon"-Messers mit Vollskala ausgeschaltet worden. Bei diesem Instrument ist ein einziges gerades Glasrohr an einem Ende mit einem Gefäß verbunden worden, das eine Fläche besitzt, die ein Vielfaches der Glasrohrweite beträgt. Das andere Ende des Rohres ist an die Quelle der Druckdifferenz angeschlossen. Wenn die Druckdifferenz auf das offene Rohrende einwirkt, so wird die Wassersäule steigen oder sinken, je nachdem, ob der Druck negativ oder positiv ist, doch bleibt das Niveau im Gefäß in allen praktisch vorkommenden Fällen das gleiche, wegen der so wesentlich grösseren Fläche als im Glasrohr. Die Wassersäule wird sich daher auf der Skala auf und ab bewegen um die gesamte Grösse der Druckdifferenz, oder mit anderen Worten ausgedrückt, ein Druck von 1 cm Wasser wird einer Bewegung um 1 cm längs der Skala entsprechen. Die Tatsache, dass das Gefäß eine grosse Fläche besitzt, bedeutet den Verlust von etwas Wasser, oder aber ein Mehr an Wasser infolge Kondensation wird den Nullpunkt nicht wesentlich beeinflussen.

Ein Anzahl von Messrohren kann an ein gemeinsames Gefäss angeschlossen werden. Dieses ermöglicht, die Ablesungen der Messungen zu vergleichen, was selten der Fall bei einer Anzahl von U-Rohren ist, wenn nicht die Nullpunkte ständig kontrolliert sind. Auf Abb. 23 (Seite 406) wird ein "Arkon"-Messapparat mit Vollskala zur Messung von negativen Drucken gezeigt und Abb. 24 (Seite 407) ist ein Einzelmesser zur Messung von sowohl positiven wie negativen Drucken.

Verschiedene Methoden sind angewendet worden, um die Skalenlänge der Wassersäulenmesser zu verlängern. In einigen Fällen ist dieses auf mechanischem Wege erfolgt oder aber durch die Verwendung zweier Flüssigkeiten von verschiedenem spezifischem Gewicht. Ein weitere befriedigende Vorrichtung besteht darin, das Glasrohr in einem Winkel anzuordnen, wie es auf den Abb. 25 (Seite 407) und Abb. 26 (Seite 407) gezeigt wird. Durch diese Mittel ist es möglich, die Skalenablesungen zu vervielfachen; wenn indessen die Neigung des Rohrs zu gestuft wird, wird der Meniskus sehr unklar und schwer abzulesen, während gleichzeitig der Messer sehr lang wird. Eine Modifizierung dieser Form von Messinstrument besteht darin, ein gebogenes Rohr, das beim Anfang der Skala einigermassen flach ist, zu verwenden. Dieses geschieht, um die Länge der Skala auf dem unteren Teile des Arbeitsbereiches des Messers zu steigern oder aber, um zu ermöglichen, dass die Skala gleichmässig geteilt ist, wenn in Verbindung mit einem Fließmesser gearbeitet wird. Dieses Instrument, das als Manometer mit gebogenem Rohr bekannt ist, wird auf Abb. 27 (Seite 407) gezeigt.

Wo beträchtliche Druckunterschiede bestehen, kann der Bourdon-Rohrmesser verwendet werden, doch ist dieser nicht genügend empfindlich für Druckdifferenzen von 2,5 oder 5 cm Wasserdruck. Es ist daher eine Type von Messinstrument entwickelt worden, die ein empfindliches Diaphragma verwendet, das bei 5 cm Wasserdruckunterschied eine Kraft von 0,5 kg ausübt. Obwohl das Diaphragma aus sehr dünnem Metall ist, ist es durch die besondere Formgebung einer gerunzelten Oberfläche möglich gewesen, es kräftig zu machen und trotzdem die Empfindlichkeit zu erhalten. Abb. 28 (Seite 408) zeigt das Diaphragma und Abb. 29 (Seite 408) das Aussehen dieser Art von Messinstrument, die sich eignet zur Messung von Druckdifferenzen an drei Stellen. Es ist bei dieser Art Instrument erwünscht, eine Art Sicherheitsventil zu besitzen, das aus einem Wasserverschluss bestehen kann, da es Drucken von viel mehr als dem Bereich der Skala nicht widersteht. Wo die Drucke stark schwanken, ist es erforderlich ein Dämpfventil einzugliedern, das die Form einer kleinen Kapillare besitzen kann, die sich in der Nähe des Messinstruments an einer passenden Stelle in der Rohrleitung befindet.

Eine der schwierigsten Stellen für Druckmesser befindet sich in der Feuerungshaube eines Drehofens vermutlich. Der Druckunterschied ist an dieser Stelle klein (etwa 8 mm Wasserdruck), doch kann er zeitweise heftig schwanken infolge der Stosswirkung in der Sinterzone des Ofens, was gelegentlich durch ungenügenden Zug hervorgerufen wird. Unter solchen Verhältnissen ist es vermutlich das Beste, einen Messer zu installieren der Oel anstelle von Wasser als Betriebsflüssigkeit verwendet. Das Oel hat eine dämpfende Wirkung; wo indessen die Druckschwankungen sehr heftige sind, kann ein Dämpftopf vom Luft-oder Oel-typ eingegliedert werden. Bei dieser Art von Messinstrument ist die Skala in Zoll Wasserdruck geteilt, und es wird eine äusserst offene Skala durch ein System von Hebeln erhalten, die die Bewegung der Oelsäule multiplizieren. Abb. 30 (Seite 409) zeigt einen Mehrstellenmesser mit gerichteten Skalen, der Oel als Betriebsflüssigkeit verwendet und ein System von Hebeln besitzt zum Multiplizieren der Säulenbewegungen. Abb. 31 (Seite 410) zeigt eine ähnliche Art von Instrument indessen mit kreisförmiger Skala.

(Fortsetzung folgt.)

Eine vergleichende Untersuchung der Portlandzementindustrie in den Vereinigten Staaten von Amerika, Kanada und Gross-Britannien.—IV.

von HAL GUTTERIDGE.

Die Aufbereitung der Rohmaterialien.

WEGEN der hohen Kosten für Transporte ist die Lage der Werke zu den Brüchen und Absatzmärkten von grosser Bedeutung.

Vom Gesichtspunkte des Transports gesehen, bestehen die wesentlichen, zu berücksichtigenden Materialien aus den kalk- und tonhaltigen, aus den Brennstoffen und aus dem Fertigfabrikat. Die relativen Gewichtsverhältnisse dieser schwanken beträchtlich, doch kann man als Mittelwerte 4,3, 1,7, 1,0 und 3,8 annehmen. Wenn man voraussetzt, dass das Mass per Tonnenkilometer und das Gewicht per cbm für alle Materialien gleich ist, dann wäre mit Rücksicht auf das grösste Gewicht der kalkhaltigen Materialien die wirtschaftlichste Anlage des Werks in der Nähe der Steinvorkommen. Wenn die kalk- und tonhaltigen Materialien benachbart vorkommen, oder dort wo „Zementstein“ benutzt wird, wird der Entscheid zu Gunsten der Anlage in der Nähe der Gesteinslager beeinflusst.

Andrerseits überwiegt häufig der Vorteil die Fabrik in der Nähe der Absatzgebiete zu haben diese Erwägungen. Die Kosten der Verteilung des Zements sind grösser als die Kosten für den Transport des Rohmaterials. Liegt die Fabrik in der Nähe der Absatzgebiete, braucht der Zement nur einmal transportiert zu werden, und die Anlage führt von selbst zum Strassen-transport, während bei der Lage der Fabrik in der Nähe des Steinbruchs das Enderzeugnis fast stets zweimal transportiert werden muss, ehe es den Verbraucher erreicht. Die Frage der billigeren Elektrizitätskosten in den Städten muss ebenfalls in allgemeine Erwägung gezogen werden.

In den Vereinigten Staaten von Amerika hat sich eine Tendenz zur Errichtung der Fabriken in der Nähe der Absatzgebiete herausgebildet und die Rohmaterialien besonders dann diesen zuzuführen, wenn der Kalkstein auf dem Wasserwege transportiert werden kann; Beispiele hierfür sind die in der letzten Zeit errichteten Werke in Detroit am Michigansee und in Buffalo am Eriesee. Der Kalkstein für diese Fabriken besteht aus dem Abgesiebten von Hochofenflussmitteln und wird über die Seen in selbst sich entladenden Dampfern geschafft; im Falle des Buffalo-Werkes beträgt die Entfernung mehr als 650 km.

In Gross-Britannien bietet sich ein gutes Beispiel für den Einfluss des Absatzmarktes auf die Lage der Werke. In diesem Falle waren im Nordwesten des Landes zwei verschiedene Märkte zu berücksichtigen, nämlich der lokale Markt und die Ueberseemärkte. Die Fabrik liegt an einer Wasserfront, an welcher Seeschiffe anlegen können, und sie liegt etwa halbwegs zwischen dem Kalksteinbruch und dem lokalen Absatzgebiet; das Ergebnis besteht darin dass die allgemeinen Unkosten niedriger sind als dieses der Fall gewesen sein würde, wenn die Fabrik am Kalksteinbruch errichtet worden wäre.

Die Gewinnung der Rohmaterialien.—In den Vereinigten Staaten werden die meisten harten Rohmaterialien in offenen Brüchen gewonnen, während in Grossbritannien die meisten Rohmaterialien weich verwendet werden und ausschliesslich offener Steinbruchabbau herrscht.

Ueberlagerung.—Wo Ueberlagerungen entfernt werden müssen, hängen die erforderlichen Geräte von den lokalen Verhältnissen ab. Wo die Ueberlagerungen eine ungleichmässige Oberfläche besitzen und ungleich hinsichtlich der Tiefe sind, oder wo sie loses Gestein enthalten, wird gewöhnlich ein mechanischer Bagger verwendet, wobei Loren und Lokomotiven benutzt werden, um den Abraum auf die Halde zu schaffen.

Ein doppelt wirksames Gerät, das das Material ausgräbt und nach der Halde schafft wie es dort ablagert, ohne eine zweite Hantierung zu erfordern, ist die Ausrüstung eines Treckers mit Schrapper, den Tractor Traders Ltd. herstellen und die in Abb. 1 (Seite 412) gezeigt wird. Diese besteht aus einem Benzintrecker auf Raupenrädern, und es folgen diesem eine Reihe von Schrappern in Zugform. Während die Schrapper den zu entfernenden Boden passieren, kommt die schneidende Kante des Eimers mit dem Boden in Berührung, und die Vorwärtsbewegung verursacht, dass der Boden in den Eimer gelangt bis jeder Schrapper voll ist. Wenn alle Schrapper gefüllt sind, so werden sie nach der Halde geschafft, wo der Abraum entleert wird, worauf die Maschinen zurückkehren, um eine weitere Ladung zu fassen. Dieser Zirkel der Operationen wird kontinuierlich betrieben; die erforderlichen Arbeitskräfte bestehen aus einem Mann auf dem Trecker und einem, welcher die drei oder vier Schrapper beaufsichtigt.

Sprengen und Bohren.—Bei allen drei Ländern ist es allgemein üblich, hartes Gestein in der Zementindustrie in ganzer Front herabzusprengen statt in Etagen abzusprengen. Es war früher, als das Bohren noch mittels Dampf oder Pressluft erfolgte, wirtschaftlich unmöglich tiefer als etwa 6 m zu bohren, doch ist das Bohren von Löchern bis zu 24 m wirtschaftlich mit den neuesten elektrischen oder Gasolinmotoren möglich und nicht ungewöhnlich tief.

Die Vollfrontsprengung des Abbaus harter Materialien hat viele Vorteile gegenüber dem Verfahren des Etagenabbaus. In dem ersten Falls gibt es nur eine Bruchsohle, die Kosten des Sprengens sind niedriger, auch ist die Gefahr eine geringere und gleichfalls der Arbeitsstundenverlust. Endlich ist auch das Hantieren mit den Materialien viel weniger kostspielig wie bei dem Etagenabbau. Bei dieser Methode werden die Löcher ca. 60 bis 90 cm unter die Bruchsohle gebohrt und werden unter Abhängigkeit von der Gesteinsschichtung in Abständen von 2,70 bis zu 6 m angebracht. Bei dünn geschichtetem Gestein werden die Löcher noch weiter von einander angebracht, wodurch weniger Sprengstoff per t gesprengten Gesteins gebraucht wird, und umgekehrt wird bei dick geschichtetem Gestein die Entfernung der Löcher eine kleinere. Der Zweck besteht darin, das Gestein auf solche Grössen zu brechen, dass es bequem mit der Dampfschaufel hantiert werden kann, und dass es dem Vorbrecher zugeführt werden kann, ohne dass unnützes zweites Bohren und Sprengen nötig wird, da dieser letztere Prozess die Kosten steigert. Beim Sprengen ist es oft erforderlich eine Zehe oder Bank in der Front des Bruchs stehen zu lassen, so dass das Gestein zerschmettert und nicht nur heruntergestürzt wird.

In den Vereinigten Staaten ist es üblich, die Löcher mit 14,3 cm Bohrern zu bohren, damit man ein 12,7 cm Durchmesser besitzendes freies Loch erhält, das sich eignet zur Aufnahme von 12,7 × 40,6 cm Dynamitstäben, und der

Durchschnitt ist etwa 15 t Gestein per 30 cm Bohrung (0,33 cbm Gestein auf die Tonne). Die Verwendung elektrischer Kraft für das Bohren ist allgemein üblich geworden; wenn man einen mit verschiedener Geschwindigkeit einstellbaren Schleifringmotor besitzt, ermöglicht die Elektrizität eine bequeme Kontrolle der Geschwindigkeit, wie sie mit Benzinmotoren nicht so leicht zu erreichen ist. Die Geschwindigkeit des Bohrens liegt gewöhnlich zwischen 1,50 und 2,40 m in der Stunde. Das Verhältnis gesprengter Tonnen Gestein zu kg Explosivstoffen schwankt von 5,5 t per kg bis zu 13 t per kg bei einem Durchschnittswert von 7,7 t per kg.

Verschiedene Gelatine und Kornsprengstoffe werden verwendet beim Steinbruchbetriebe von Kalkstein. Der Gelatinesprengstoff besteht meistens aus Dynamit und zwar in Stärken von 30-60% an der Oberseite und von 40-75% am unteren Ende der Bohrlöcher. In einem Steinbruch Tennessee wird Dynamit mit einer 75%igen Grundladung verwendet; auf einem in Ohio belegenen Werke, auf dem sich am Boden der Löcher Wasser findet, wird 40%ige Gelatinedynamit verwendet; auf einem Steinbruch in Alabama befinden sich die Löcher in einer Entfernung von 3,60 m und besitzen eine Last von ca. 6,09 m, worauf sie mit einer Ladung von 75% am Boden beschickt werden und mit einer solchen von 60% Gelatine darüber. Die Sprengladungen werden zur Entladung entweder auf elektrischem Wege oder mittels Sicherheitsprengstoffen gebracht.

Das Nachbohren der zu grossen Gesteinsstücke, die nicht in den Vorbrecher hineingehen, wird zumeist mittels Luftbohrhammern vorgenommen, und das Auseinanderbrechen erfolgt mit kleinen Dynamitsprengladungen durch Knallschüsse. Ist das Gestein dünn geschichtet bis zu 20 bis 25 cm Stärke besteht eine andere Methode darin, eine Kugel von etwa 55 cm Durchmesser und 700 kg Gewicht aus dem Eimer der Dampfschaukel herunterfallen zu lassen. Von den gesamten Steinbruchunkosten beansprucht das Bohren etwa 10% und das Sprengen 15%.

Der moderne Sprenglochbohrer besitzt Strahlrahmen von kanalartigem Querschnitt, elektrischen Motorantrieb mit verstellbarer Geschwindigkeit, Hinterräder für Zug vom Kriech-oder Raupentyp und ähnliche Vorderräder. Abb. 2 (Seite 413) zeigt einen Bohrer dieser Art.

Auf den meisten Kreide-, Mergel- und Tonsteinbrüchen Gross-Britanniens ist die Fronthöhe des Bruchs auf die Höhe begrenzt, bis zu der die maschinelle Schaufel noch sauber arbeiten kann, da diese Materialien direkt von der Front abgegraben werden. Es ist unwirtschaftlich, eine höhere Front zu besitzen, weil eine solche ein zweimaliges Hantieren mit dem nicht durch die Schaufel erfassten Material bedingen würde. Es ist im allgemeinen nicht erforderlich, mehr als einen Mann für die Aufsammlung des Materials, das abgebaut worden ist aber nicht durch die Schaufel erfasst wurde, zu haben.

Bergbau.—Das Verfahren des bergbaulichen Kalksteinabbaus in den Vereinigten Staaten wird durch die West Penn Mine gezeigt. Dieses Vorkommen besitzt eine Schicht von 12—14 m Kalkstein, hierauf eine Lage Feuerton, eine Ader von 1 m Kohle, 4,50 m Schiefertone und dann eine Schicht von 6,7 bis 7,60 m Kalkstein, der parallel zur Oberfläche liegt. Das Bergwerk besteht aus Stollen von 7,65 m Weite, von denen sich abwechselnd auf den gegenüberliegenden Seiten Räume von 18 m Mitte öffnen. Die Räume sind im Mittel 10,70 m breit, durchschnittlich 6,10 m hoch und die Säulen sind 7,60 m stark. Das Bohren erfolgt mit Bohrhammern nach dem Brust-Verfahren, und es wird runder 3,2 cm starker Hohlbohrstahl verwendet. Ein Satz von sechs Längen wird einen Durchschnitt von drei 3,65 m Löchern liefern bei einer mittleren Geschwindigkeit von 1,52 m je Minute.

Maschinelle Schaufeln.—Die Verwendung maschineller Schaufeln zum Beladen gebrochenen Gesteins in Wagen ist praktisch universell üblich. Abb. 3 (Seite 414) zeigt einen Ransomes-Rapier-Bagger in einem Kreidebruch. Zur Reinigung der Bruchsohle werden an einigen Plätzen mit Pressluft betriebene, kleine 22,8 cm grosse Schaufeln verwendet, die allgemein auf Rädern statt auf Raupen montiert sind.

Unter den grossen in den Vereinigten Staaten verwendeten Schaufeln befinden sich die Marion, Bucyrus Erie und für die kleineren Schaufeln mit ihren Aufräumerzwecken werden die Butler Luftschaufel und die Erieschaufel verwendet, während in Gross-Britannien die Ruston-Bucyrus, die Arrol und die Ransome Schaufel verwendet werden. Eine Marionschaufel zeigt Abb. 4 (Seite 415).

Die Aufbereitung der Rohmaterialien.—**Harte Materialien.**—Auf den modernsten Werken besonders in Gross-Britannien wird bei harten Materialien der Vorebrecher über dem Nachbrecher angeordnet so, dass sich ein Fließen der Materialien von oben nach unten infolge der Schwere bei einem Minimum an Neuhantierungen und folglich niedrigen Betriebskosten ergibt. Unglücklicherweise ist der Vorebrecher eine wesentlich schwerere Einheit als der zweite und verlangt daher eine feste Konstruktion, um das Gewicht zu tragen und der Erschütterung zu widerstehen, die entsteht, wenn der Brecher arbeitet, doch überwiegen die niedrigen Betriebskosten allgemein diese Nachteile. Ein Beispiel einer modernen Brecherhausanlage, die Hadfields Ltd. entworfen hat, wird auf Abb. 5 (Seite 416) gezeigt; sie stellt einen rotierenden Wagenkipper im obersten Stockwerk, Sieb und Vorebrecher im nächsten Stockwerk und Nachbrecher im Erdgeschoss sowie Bandtransporteur zum Lager im Fundament dar.

Die Verfahren, den Inhalt von Wagen zu entleeren, können in zwei Kategorien eingeteilt werden; in die erste bei der der Wagen aus fester Stellung entleert wird und in die zweite, bei der der Wagen als Ganzer entweder durch Drehen oder Heben bewegt wird. Bei der ersten Kategorie werden Verfahren der Seiten-oder Bodenentleerung oder des Kippens angewendet, und bei der zweiten dem rotierenden Wagenkipper wird der ganze starre Wagen in einem rotierenden Rahmen gedreht. Ein Beispiel für die zweite Kategorie ist der in Abb. 6 (Seite 417) gezeigte Wellman-Kipper, der auf einem Zementwerk in Florida verwendet wird, auf welchem ein 50 t Wagen in einem runden Rahmen festgeklampt wird, welcher um 35 Grad gegen die Horizontale gedreht wird. Geleise und Räder am Ende des Rahmens sind mit Zähnen ausgerüstet, die verhindern, dass ein Ende des Rahmens sich schneller als das andere dreht und die verhindern, dass ein aus der Reihedrehen eintritt. Diese Anordnung wurde speziell entworfen, um sich den lokalen Verhältnissen anzupassen, bei denen es unmöglich war, einen Behälter unter dem Bodenniveau zu bauen oder ein höheres Niveau zu schaffen. Es wird für diese Einrichtung beansprucht, dass der Zirkel der Arbeitsvorgänge von der Zeit, wo der Wagen in den Rahmen gelangt bis der nächste Wagen eintritt 2 Minuten 25 Sekunden umfasst.

Zum Kippen der Wagen wird eine hydraulische oder eine Friktionswinde benutzt; der Nachteil der Verwendung einer direkt, elektrisch getriebenen Winde für diese Arbeit besteht darin, dass diese vermutlich unter den mit diesem Arbeitsvorgang verknüpften Stössen leiden dürfte. In Gross-Britannien wird diese Arbeit allgemein mittels einer hydraulischen Ramme derart geleistet, dass die Regulierung ihrer Bewegung gewechselt oder in jeder Stellung angehalten werden kann, da dieses in einigen Fällen das einzige Verfahren ist, mittels

welchen die Speisung des Brechers reguliert werden kann. Es ist auch üblich, Vorrichtungen zu treffen, durch die grosse Gesteinsstücke aus dem Maul des Vorbrechers ausgesondert werden können, da diese den Fluss des Materials aufhalten. Welche Form dieses Getriebe auch immer hat, so sollte es vornehmlich schnell und wirksam arbeiten.

Der Vorbrecher hat gewöhnlich den Typ des Kegel-oder Backenbrechers, doch wird in passenden Fällen auch der Walzenbrecher verwendet. In den Vereinigten Staaten trifft man die Brecher der Firmen McCully, Fairmount-Allis Chalmers, Traylor, Buchanan und Farrel-Bacon an, und in Gross-Britannien gibt es die Brecher der Firmen Hadfield, Vickers-Armstrong, Goodwin-Barsby und Fraser & Chalmers. Abb. 7 (Seite 418) zeigt einen Vickers-Brecher mit Schwingbacke, der das Material zur Grösse von 5,7 cm Würfeln entleert und durch einen 150 PS starken Motor getrieben wird.

Der Einwalzenbrecher wird als Vorbrecher für Gestein von geringerem Härtegrad wie für den Zementstein aus dem Lehigh-Tal verwendet. Abb. 8 (Seite 418) zeigt einen Penn-Lehigh Einwalzenvorbrecher.

Um das zu grosse von dem zu kleinen Material, das vom Vorbrecher kommt, zu trennen, werden verschiedene Verfahren angewendet. Der „Grizzly“, der in einigen Zementfabriken benutzt wird, besteht aus einer Zahl von gewöhnlich acht beweglichen Walzen, welche sich auf einer leicht geneigten Ebene in einem Gehäuse von 1,22 m Länge und 0,61 m Breite, das oben offen ist, befinden. Das gebrochene Material wird am oberen Ende aufgegeben und gelangt entweder zwischen oder durch die Walzen oder aber es passiert die Walzen und dann weiter über das Ende dieser hinweg, was davon abhängt, ob es unter-oder oberhalb der vorbestimmten Grösse ist. Eine andere Vorrichtung für diesen Zweck ist ein metallenes Trommelsieb mit passenden Durchbohrungen oder aber ein elektrisch bzw. maschinell betriebenes geneigtes Schüttelsieb. Beim Vergleich mit dem „Grizzly“ besitzen die Trommel-oder Schüttelsiebe den Vorteil, dass sie das Material in mehr als zwei Grössen einteilen können. Hiervon kann durch Aussondern der Feianteile Gebrauch gemacht werden, die direkt zu den Rohmühlenbehältern gefördert werden anstatt über das Lager mit dem Grobmaterial. Das Verfahren ist ungeeignet, wenn das Material viel Wasser enthält oder dem Charakter nach tonhaltig ist; durch Kurzschliessen der Feianteile wird die Staubbelastigung vermindert, und, wo das Grobmaterial von unten von dem Lager abgezogen wird, wird das Material gleichmässig durch die Öffnung auf das Abziehförderband ohne die Feianteile fließen.

Die Anwesenheit tonhaltiger Substanz im Brecher ist gelegentlich eine Ursache von Störungen, und bei manchen Materialien dieser Art müssen besondere Vorrichtungen getroffen werden. Auf einer Fabrik in Florida z.B., auf der die Materialien geröllartige Massen eines einigermaßen harten Kalksteins, der in „Kalkton“ eingebettet ist, darstellen, beschloss man den Kalkstein zu waschen, den kalkhaltigen Ton zu sammeln und in einem „Dorr“-Verdicker zu wässern, um den verdickten Schlamm bei den Rohmühlen mit aufzugeben. In dieser Fabrik wird der Kalkstein mit einem Einwalzenbrecher gebrochen, der eine Walze von 0,91 zu 1,52 m besitzt, und das Erzeugnis wird in einem Trommelsieb separiert auf eine Grösse von etwa 5,08 cm. Das übergrosse Material fällt direkt in eine Hammermühle, die besonders konstruiert ist, um Material, das wahrscheinlich stockt, zu brechen. Ihr besonderes Kennzeichen ist eine Brecherplatte, ähnlich einer breiten flachen Kette, die langsam läuft und von allen anhängenden Stoffen bei der Bewegung befreit wird, Abb. 9 (Seite 419) zeigt eine Fraser & Chalmers Hammermühle.

Das entweder vom Vorbrecher direkt oder indirekt vom Separator zum Nachbrecher gelangende Material wird im ersteren Falle direkt auf Mulden- oder Schürzenspeisern dem Nachbrecher besonders dann zugeführt, wenn sich beim Vorbrecher keine Speisevorrichtung befindet. Eine andere, tonhaltige Kreide verarbeitende Fabrik ist mit einer Hammermühle mit beweglichen Brecherplatten, die verhindern, dass das etwa feuchte Material den Brecher verstopft, ausgestattet. Die bewegliche Platte ähnelt einem schweren Muldentransporteur. Die Plattenglieder sind aus starkem Manganstahl, und die Platte wird unabhängig von der Hammerwelle langsam durch einen 5 PS starken Motor aufwärts bewegt. Abb. 10 (Seite 420) zeigt eine Hammermühle der Firma F. L. Smidth & Co.

Ein interessanter englischer Nachbrecher ist der Hadfield Scheibenbrecher, den Abb. 11 (Seite 421) zeigt, und bei dem das Brechen zwischen zwei napfartig geformten Scheiben aus Manganstahl erfolgt, die so angeordnet sind, dass die konkaven Seiten sich gegenüber stehen. Die äussere Brechscheibe besitzt in der Mitte eine Oeffnung durch die das zu brechende Material mittels eines Zufuhrbehälters nach dem Raum zwischen den Scheiben gefördert wird. Die äussere Scheibe ist an einen starken Flansch angebolzt, der ein Teil einer hohlen Welle ist, welche in zwei Hauptlagern liegt, die ihrerseits einen wesentlichen Bestandteil des Brecherrahmens ausmachen. Diese Hohlwelle wird durch eine Scheibe gedreht, die zwischen den Rahmenlagern liegt. Die innere Brechscheibe ist an einem Gehäuse befestigt, das ein Kugellager an der Rückseite besitzt und seinerseits auf einer Zapfenwelle montiert ist, die durch die Kammer der Hohlwelle läuft. Die Zapfenwelle erstreckt sich über das Ende der Hohlwelle hinaus und dann durch den Buckel einer exzentrischen Scheibe, welche sich unabhängig in einem Ausdehnungslager dreht. Die Exzentrerscheibe veranlasst nicht die innere Welle zur Rotation, da sie mit dieser nicht verbunden ist sondern ihr nur eine kegelartige Bewegung erteilt, welche verursacht, dass die innere Scheibe im Verhältnis zur äusseren schnell hin- und her oszilliert. Die Exzentrerscheibe wird in der entgegengesetzten Richtung wie die an der Hohlwelle angebrachte Scheibe gedreht, um die Zahl der Brechkniffe zu steigern innerhalb einer gegebenen Zeit. Die beiden Brechscheiben laufen in der gleichen Richtung und mit gleicher Geschwindigkeit, wobei die äussere sich in einer vertikalen Ebene dreht, während die innere einer Reihe von wellenartigen Bewegungen unterliegt, welche verursachen, dass drei oder vier Brechschläge per Umdrehung der Scheibe erfolgen. Zwischen den Frontseiten der Scheiben findet keine Mahlwirkung statt, folglich ist auch ihr Verschleiss eine sehr geringer.

Betriebsregulierung im Brechergebäude.—In sämtlichen drei Ländern wird neuerdings der Zentralisierung der Betriebsregulierung aller Maschinen im Brechergebäude grosse Beachtung geschenkt. Auf einer in Texas in den Vereinigten Staaten kürzlich errichteten Fabrik werden alle Betriebsregulierungen von einem Schaltbrett aus vorgenommen. Der Wagenkipper, der Wagenzug, die Brecherplatten, der Muldenspeiser und die Brecherregulierung sind in einer zentralen Stelle zusammengefasst und werden durch einen Mann bedient. Ein besonderes Kennzeichen dieser Regulierung besteht in Zusammenhang mit der Brecherspeisung, die durch einen Nullspannungsauslöser am Brechermotor reguliert wird und Ueberlastungen anzeigt. Tritt dieses ein, so wird der Muldenspeiser angehalten oder seine Geschwindigkeit so lange reduziert, bis die Ueberlastung entlastet ist.

Auf einer modernen Fabrik in Oxfordshire, die eine Kalkstein-Tonmischung verarbeitet, können von ein und derselben Stelle folgende Betriebsphasen

bedient werden: (1) Das Bringen der Rohmaterialwagen in die richtige Stellung zum Kippen; (2) Kippen der Wagen und Rückführung dieser in ihre normale Stellung; (3) Inbetriebsetzen der geneigten Speisevorrichtung, welche das Rohmaterial vom Aufnahmebehälter nach dem Brecher fördert; (4) Anlassen zweier kleiner Motore, welche durch Quertrieb die den Hauptbrecher treibenden Riemen von der Los-auf die Festscheibe bewegen und so den Brecher in Tätigkeit setzen; (5) Anlassen des Elevators, der das gebrochene Material zu den oberhalb belegenen Behältern befördert.

Der zukünftige Fortschritt in Richtung einer zentralen Bedienung wird sich auf völlige Automatisierung erstrecken. Es ist z.B. nur ein kleiner Schritt von der Anzeigevorrichtung durch den Nullspannungsauslöser bei Ueberlastung eines Brechers unter Handbedienung zu einer völlig automatischen Bedienung hinsichtlich des Anhaltens oder Verlangsamens der Rohmaterialzufuhr mittels elektrischer Mittel. Der Nullspannungsauslöser könnte so angeordnet werden, dass er zwischen zwei vorher bestimmten Haltepunkten arbeitet, nämlich dem der Ueber- und der Unterlastung. Beim Kontakt mit dem Ueberlastungshaltepunkt würde die Speiseeinrichtung durch Ausschalten des elektrischen Stromkreises der Magnetkupplung, sofern vorhanden, oder durch Ausschalten des Triebmotors angehalten werden. Ist die Ueberlastung wieder zurückgegangen, und der Anzeiger auf den Unterlastungshaltepunkt zurückgegangen, so würde der Strom automatisch wieder eingeschaltet werden und damit die Speisevorrichtung in Gang gesetzt werden. Es dürfte sich als notwendig erweisen einen ausgleichenden Dämpfer einzubauen in Verbindung mit dem Nullspannungsauslöser, um vorübergehende schwere Schwankungen der Belastung des Brechers auszugleichen, damit nicht eine falsche Ueberlastung die Regulierung in Wirksamkeit treten lässt.

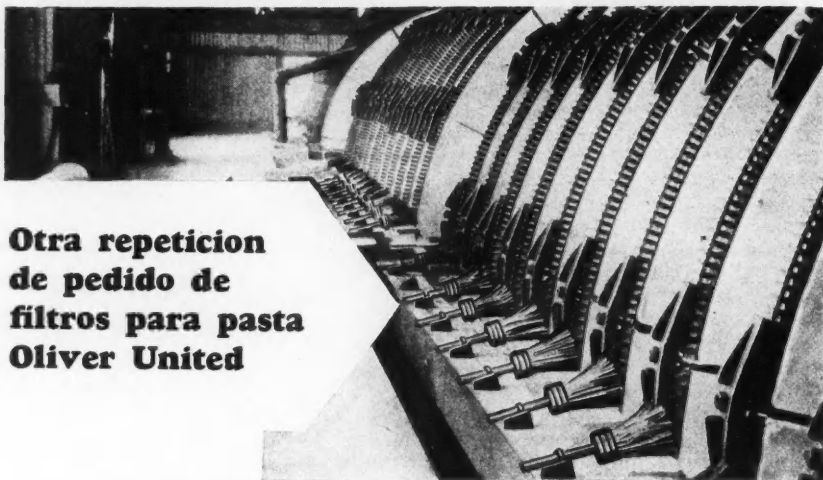
(Fortsetzung folgt.)

ANMERKUNG DER SCHRIFTFÜHRUNG.

DER Herausgeber der internationalen Zeitschrift „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE“ fordert die Leser dieser Zeitschrift auf, ihm Artikel zur Veröffentlichung zur Verfügung zu stellen. Das Manuskript kann in englischer, französischer, deutscher oder spanischer Sprache eingereicht werden und wird in die drei anderen Sprachen durch Fachleute übersetzt.

Es werden Abhandlungen erbeten über alle neuen Gedanken oder Entwicklungen in der Herstellung, Chemie oder Prüfung von Zement oder über verwandte Themata, die für die Zementindustrie von allgemeinem Interesse sind. Beschreibungen und Ansichten neuer, in allen Teilen der Welt errichteter Zementfabriken sind ebenfalls willkommen.

Die Hersteller von Zementmaschinen sind ebenfalls aufgefordert, Mitteilungen und Ansichten zur Verfügung zu stellen, welche sich auf neue von ihnen erbaute Werke und Neueinrichtungen ihrer Fabriken beziehen. Derartige Beiträge sind eingeschrieben zu senden an den Herausgeber von „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE“, Dartmouth Street 20, Westminster, London, S.W.1 (England).



Otra repetición de pedido de filtros para pasta Oliver United

y una nueva aplicación de esos filtros en las fabricas que emplean la vía húmeda

RECIENTEMENTE una importante fábrica de cemento que trabaja por vía húmeda, separando el agua de la pasta por medio de filtros OLIVER UNITED ha modificado su mezcla cruda empleando en lugar de escorias y caliza, arcilla y caliza. Este cambio en el crudo, da por resultado una pasta con una cantidad de humedad mucho mayor y produce además una rapidez de filtración mas baja, por lo cual fueron pedidos dos filtros mas, de siete discos, de 2,59 m.

Al propio tiempo, dicha compañía encargó tambien dos filtros de disco único de 1,83 m. para separar el agua de los fangos producidos en los depuradores húmedos de los gases de la chimenea. Estos fangos deshidratados, serán conducidos a los hornos, junto con la pasta deshidratada.

Este doble pedido representa una nueva labor de importancia para los filtros OLIVER UNITED en las fabricas de cemento por vía húmeda y además otra repetición de pedido que hay que agregar a la larga lista de los clientes que emplean filtros para cemento.

OLIVER UNITED FILTERS INC.



JOHANNESBURG
E. L. Bateman (Pty.) Ltd.

TOKYO
American Trading
Co., Inc.

MELBOURNE
Fyvie & Stewart.

HONOLULU
W. A. Ramsay Co.

MANILA
The Edward J. Nell Co.

Factories:
Oakland, Calif. Hazleton, Penna.
Peterboro, England.

TIMMINS, ONTARIO
B. D. Kelly.

HALLE, GERMANY
Wilhelm Lill.

SCHEVENINGEN,
HOLLAND
and SOERABAIA, JAVA
Van Lelyveld & Co.

RECIFE, BRAZIL
Ayres & Son.

STOCKHOLM, SWEDEN
T. An Tesch.

Cable Address: OLIUNIFILT

SAN FRANCISCO
Federal Reserve Bank Bldg.
LONDON, W.C.1
150, Southampton Row.

NEW YORK
33, W. 42nd Street.

CHICAGO
565 Washington Blvd.
PARIS

T. L. Genter, Concessionaire
63 Ave. des Champs Elysées.

C E M E N T

AND

CEMENT MANUFACTURE

EL CEMENTO Y SU FABRICACIÓN.

SECCIÓN ESPAÑOLA

PUBLICADA POR CONCRETE PUBLICATIONS LIMITED.

20, DARTMOUTH STREET, WESTMINSTER, LONDON, S.W.1, INGLATERRA.

Se publica el 20 de cada mes.

Precio, 2 shillings el ejemplar.

Suscripción anual, 24 shillings, franqueo comprendido.

La temperatura de los molinos y el tiempo de fraguado de los cementos.

por V. M. ANŽLOVAR.

HACE COSA de un año, en la revista alemana "Zement" traté de exponer, bajo este mismo título, mis ideas acerca de la influencia bastante grande que la temperatura de los molinos tiene sobre el tiempo de fraguado de los cementos, debido a que una temperatura demasiado elevada del molino actúa sobre el $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ agregado al clinker de cemento, en sentido de despojarle de agua, dando lugar entonces algunas veces al fenómeno que generalmente se conoce con la denominación de falso fraguado o falso fraguado rápido.

Los cementos de falso fraguado rápido presentan como es sabido la propiedad (cuando se ensayan con la aguja de Vicat) de adquirir al breve rato un principio de fraguado, sobre todo cuando el tiempo del amasado ha sido demasiado corto. Pero si el amasado ha durado el tiempo suficiente (o bien aunque haya sido insuficiente y haya empezado ya a presentarse el llamado falso fraguado, a condición de que se proceda a un nuevo amasado sin nueva adición de agua) los cementos fraguan ya con la lentitud reglamentaria. Los cementos de falso fraguado rápido se diferencian de los verdaderos cementos de fraguado rápido, en que en los primeros, al principio acelerado del fraguado sigue un fraguado de duración total casi normal y en que a pesar del aparente fraguado rápido no se desprende excesiva cantidad de calor durante el mismo.

Al final del mencionado trabajo expresaba yo mi opinión de que probablemente el yeso doblemente hidratado a causa del elevado calor que reina en el molino junto con el efecto del rozamiento se deshidrata en medida tal que luego al amasar el cemento fragua (regeneración del yeso bihidratado o del doble hidrato partiendo de la anhidrita producida). En tal caso es sustraída en esta

forma el agua que el cemento necesitaba y se tiene que interpretar como resultado de un falso fraguado rápido. Este cemento de falso fraguado rápido puede convertirse en un cemento de fraguado normal cuando se amasa durante un tiempo suficientemente prolongado es decir cuando se da tiempo a la anhidrita para que regenere el semi-hidrato o el doble hidrato creando así la posibilidad de que estos compuestos actúen sobre el proceso de fraguado.

En el número de enero del año pasado de esta revista el profesor Desch de la Universidad de Sheffield trataba del fraguado y endurecimiento de los cementos Portland. Según sus investigaciones se realiza la hidrólisis de las partículas de cemento bajo la acción del agua. Con ello se rodean dichas partículas de una capa coloidal. En este coloide se van formando cristales en el curso del tiempo. El endurecimiento es el resultado de la formación de estos cristales por una parte, pero también es el fruto de la desecación de los coloides, que quedan como una masa vítrea entre las partículas de cemento dandoles trabazón y adherencia. La hidrólisis de los cementos bajo la acción del agua, tiene lugar gradualmente. Una parte de la cal pasa a la solución en forma de $\text{Ca}(\text{HO})_2$ y quedan silicatos y aluminatos bajos en cal que acaban por formar una masa puramente gelatinosa que rodea las partículas de cemento (sílice gelatinosa y alúmina). A medida que el agua se va evaporando de la masa, se concentra en ésta la solución de cal y en parte se combina de nuevo con los otros elementos componentes formando compuestos cristalizables. Las fórmulas de esas reacciones no es oportuno reproducirlas en este lugar.

A mi modo de ver puede muy bien suceder que una disolución demasiado rápida de las partículas de cemento (por hidrólisis) conduzca muy rápidamente al punto definido como principio del fraguado, en la práctica. Por consiguiente el yeso debería tener según eso la misión de retardar o detener esa hidrólisis. Ello sería debido a introducir en el agua de amasado una determinada cantidad de iones Ca y SO_4 .

Como quiera que la anhidrita se disuelve en el agua con mucha mas dificultad que los yesos hidratados, resulta que produce la mencionada concentración de iones con demasiada lentitud para impedir la hidrólisis. Por otra parte la hidrólisis de los compuestos cálcicos, a consecuencia del calor desprendido por la regeneración del yeso, todavía se acrecienta; el fraguado hace su aparición al cabo de breve tiempo proporcionando así un cemento de fraguado rápido.

A mi modo de ver lo que unicamente interesa en todo proceso de fraguado es averiguar la rapidez con que tiene lugar la hidrólisis en las combinaciones o compuestos cálcicos que constituyen los cementos. Esta hidrólisis tiene lugar tanto mas aprisa cuanto mas lentamente alcance el agua de amasado la indispensable concentración en iones Ca y SO_4 . Así pues para regular el fraguado conviene añadir al clinker de cemento durante su molturación el sulfato cálcico que sea soluble con suficiente rapidez, y en todo caso mucho mas rápidamente que lo que tarda en producirse la hidrólisis de los compuestos cálcicos. De las tres clases de yeso creo que la anhidrita es la menos apropiada para ese objeto. Y no cabe duda alguna de que la elevada temperatura que a veces se produce en el interior de los molinos origina dicha variedad.

En el número de febrero del año pasado de esta revista escribe el Sr. D. K. Mehta un artículo sobre el falso fraguado del cemento Portland. Se declara contrario a lo sostenido en dos artículos (de esta revista: año 1929) que

sostenían que el falso fraguado tenía que ser atribuido a la elevada temperatura del molino. El Sr. D. K. Mehta aducía contra esta interpretación el hecho de que en el tiempo que lleva de experiencia en la India ha tenido ocasión frecuente de observar a la salida o descarga de los molinos temperaturas superiores a 140°C . que en los primeros tiempos dificultaron mucho la fabricación del cemento. Sin embargo después, los cementos producidos siguieron conservando su fraguado normal a pesar de exceder las temperaturas de 140°C . En consecuencia, en autor no admite que se pueda dar la culpa únicamente al calor desarrollado en los molinos, sino que busca asimismo la causa en la manera como se efectúa la cocción del clinker. Mediante una cocción mas perfecta (esto es, por medio de una permanencia mas prolongada del clinker en la zona de vitrificación) se obtiene, segun el modo de ver del citado investigador, un clinker, que a pesar de las elevadas temperaturas en el molino, no presente el defecto de un principio de fraguado demasiado rápido. En relación con estas observaciones que consideramos muy valiosas y que hemos podido comprobar por experiencia propia, creo poder explicar debidamente tal circunstancia admitiendo que una cocción mas prolongada y mas intensa da origen en el clinker a compuestos cálcicos, en los que no se produce la hidrólisis con tanta rapidez como en los compuestos cálcicos que se originan cuando una cocción moderada tiene una duración menos prolongada. En consecuencia la anhidrita formada por la elevada temperatura del molino tiene tiempo suficiente para llevar al seno de la solución algunos de sus iones en cantidad suficiente, retardando de este modo la hidrólisis que en este caso se realiza con lentitud mucho mayor.

El Sr. D. K. Mehta hace ademas en su artículo otra observación: Observó que algunas de las probetas destinadas a la medición de los tiempos del fraguado por medio de la aguja de Vicat, al cabo de 10-15 minutos ya no se dejaban penetrar totalmente; mas tarde en cambio volvía la aguja a penetrar totalmente y hasta los 70 a 100 minutos no se presentaba el principio normal del fraguado. No he tenido ocasión de comprobar nada análogo en mi experiencia.

En el número de abril último de esta revista el Sr. Fred. Whitworth, de Bruselas, en un artículo acerca del fraguado defectuoso de los cementos llegaba a la siguiente conclusión: "El denominado falso fraguado debe ser atribuido en parte al fraguado del yeso que se hace independientemente y por su lado en tanto que el cemento conserva sus condiciones ordinarias de fraguado." En otro artículo dice el mismo autor: "Resultaría ademas, que el cemento adolece de este falso fraguado a pesar de contener en disolución suficiente SO_3 para retardar el fraguado del cemento." Esta frase parece querer indicar que únicamente el SO_3 disuelto en el agua de amasado coopera al retardo del fraguado lo que a mi modo de ver no es del todo acertado.

Con el mismo epígrafe que este artículo mío de hoy se publicó en el nº 20 del año pasado de la revista "Zement" un artículo acerca de los ensayos efectuados y resultados obtenidos por el Sr. Konyanagi (Japón). Partiendo de la misma observación de que yo he partido en el trabajo al principio mencionado, a saber, que las altas temperaturas en los molinos ocasionan frecuentemente el fraguado rápido en los cementos el Sr. Konyanagi ha efectuado diversos ensayos de los cuales ha deducido las siguientes consecuencias: Sobre el tiempo del fraguado solo tiene influencia (en el caso de elevada temperatura del molino) la cantidad del yeso agregado, de manera que una adición de yeso de 0,9-1,2% (de SO_3 calculado sobre la cantidad de cemento) produce siempre cemento de fraguado normal, aun cuando la

temperatura del molino sea de unos 180° C. Dosis mas altas de SO_3 (y por consiguiente de yeso), dan lugar en los casos de elevadas temperaturas en los molinos a que estas transformen el cemento que se muele en cemento de fraguado rápido por lo que el Sr. Konyanagi se vió obligado a dosificar en la fábrica la adición de yeso de manera que la proporción de SO_3 en el cemento fuese aproximadamente del 1,0%. Con esta dosificación de yeso nunca tuvo que lamentar cementos de fraguado rápido.

Konyanagi dice así: Se deduce claramente de estos ensayos que el tiempo de fraguado de los cementos se reduce a medida que va creciendo la temperatura del calentamiento. Sin embargo si la dosificación del yeso queda por debajo de 1,2% los cementos no se vuelven rápidos en ninguna circunstancia.

Es sabido que cada clase de yeso tiene un punto característico de " umbral " o sea una dosificación determinada a partir de la cual aquella clase de yeso empieza a ser eficaz actuando como retardador, en tanto que por debajo de dicho punto resulta casi completamente ineficaz. Las dosificaciones mas altas que la del valor umbral producen efecto muy poco mayor que la dosis correspondiente a dicho valor umbral, para la calidad de yeso en cuestión. Así resulta que con una adición de yeso del 5%, siendo el 2% el valor umbral para la calidad empleada, se logra apenas una prolongación insignificante del tiempo de fraguado respecto del correspondiente a la agregación del 2%. En la práctica sin embargo es un hecho muy sabido, que es frecuente el obtener buenos resultados con una adición del 4% de yeso (doble hidrato) mientras que en los mismos casos falla la adición de un 3% por ejemplo.

Otra observación debo tambien hacer constar que está en pugna contra la teoría de que la dosis óptima de yeso sea la de un 0,9 a 1,2% (SO_3).

Hubo cementos a los que se agregó una dosis de yeso (doble hidrato) correspondiente a una proporción de 0,9 a 1,2% de SO_3 y que recién molidos eran perfectamente normales en lo concerniente a los plazos del fraguado y en cambio al cabo de un mes o a lo mas dos, se volvian, sin excepción cementos de fraguado rápido. Estos hechos que amenudo he tenido oportunidad de observar en el laboratorio, se hallan en abierta contradicción con las observaciones del antes mencionado señor.

Casi no hay otro medio de explicar estas y otras muchas observaciones contradictorias, que el de observar que en general se ha omitido, al relatar y exponer las observaciones, la descripción del material y circunstancias que sirvieron de base a los ensayos en cada caso. Es sabido que los cementos Portland que hoy día se fabrican presentan grandes diferencias en su composición y en sus elementos integrantes. Schoch en su importante obra "Cemento, cal, yeso" en la página 343 (de la edición alemana) dice sobre este particular que en un laboratorio fueron ensayados 80 cementos Portland cuya composición variaba en la forma siguiente:

Componentes	Máximo	Mínimo
SiO_2	24,0%	16,0%
Al_2O_3	8,1%	4,4%
CaO	67,1%	59,5%

Parece evidente que cementos de composición tan diversa tengan que conducirse de diferente manera también. En consecuencia habría que conocer claramente en todos esos ensayos el modo como varía la composición del material o materiales que se ensayan. De lo contrario lo relativo de las observaciones y de sus resultados no permite en general la deducción de consecuencias aprovechables de los ensayos efectuados.

Nueva fábrica de la "Green Island Cement Co., Ltd.," de Hong-Kong.

por HENRY POOLEY.

LA Green Island Cement Company viene fabricando cemento en la colonia inglesa de Hong-Kong desde 1899 y en Macao desde 1889. La cocción se efectuaba al principio en hornos Aalborg, pero en 1905 se ampliaron las instalaciones con cuatro hornos rotatorios de vía seca que se montaron en Hong-Kong, y que tenían 26,50 m. de longitud. Antes de 1923, había doce hornos Aalborg en la fábrica de Hong-Kong, que producían más de un millar de toneladas de clinker semanales; los cuatro hornos rotatorios daban unas mil toneladas más; en 1923 dos de los hornos Aalborg fueron transformados en hornos automáticos de cuba, con parrillas móviles, instalándose alguna maquinaria adicional para atender a la molturación y moldeo en briquetas de las primeras materias. Los hornos automáticos no dieron un resultado demasiado excelente a causa de que el único combustible disponible contenía excesiva proporción de materias volátiles para que se pudiera asegurar un control perfecto de la posición de la zona de cocción en los hornos. En 1924 se decidió instalar una fábrica completamente nueva que trabajara por vía húmeda, y en 1925 los antiguos hornos Aalborg y la maquinaria de molturación, moldeo de briquetas y desecación, fueron desmontados y se preparó el sitio para el montaje de las nuevas instalaciones. Las piezas mecánicas de los hornos de cuba automáticos, fueron enviadas a la fábrica de Macao, que fué modernizada por la instalación suplementaria de otros dos hornos verticales automáticos, nuevos. La fábrica de Macao que surte el mercado chino local en el distrito de Cantón, consta ahora de cuatro hornos verticales automáticos con un moderno sistema de molturación y moldeo del material crudo.

Sin embargo, en aquella época sobrevino un grave "boycott" comercial y una huelga en Hong-Kong decidiéndose en vista de ello aplazar el montaje de la nueva fábrica. Hasta 1929 no se decidió finalmente, la Green Island Company a llevar adelante el proyecto de su nueva fábrica. Después de un largo trabajo preliminar, en otoño de 1929 se pasó pedido a la casa Vickers-Armstrongs, de una instalación completa de dos hornos rotatorios de vía húmeda, con una producción mínima garantizada de 102.000 toneladas de cemento al año. En verano de 1930 se empezó a trabajar tanto en la preparación de las cimentaciones, en el lugar de la fábrica, como en la construcción de la maquinaria, en Inglaterra.

El proyecto de la fábrica ofrecía determinadas dificultades, a causa de que la maquinaria tenía que ser adaptada al sitio que antes ocupaba la antigua instalación Aalborg, aunque el sitio disponible tenía extensión doble de la necesaria para la nueva capacidad de producción. Al mismo tiempo la producción de las antiguas instalaciones no debía ser interrumpida. Según se observará en el plano de la fábrica que se acompaña (fig. 1) esto ha sido satisfactoriamente llevado a cabo, y en el momento en que escribimos (enero de 1931) la antigua fábrica rotatoria, está en plena actividad al tiempo que se va efectuando el montaje de las nuevas instalaciones.

Como en la colonia de Hong-Kong no hay piedra caliza ni ningún otro material calizo aprovechable, hay necesidad de traer dicho material desde Cantón o desde algún otro sitio; el transporte se hace en "juncos" que atracan en los muelles de la Compañía. Un cable transportador aéreo lleva la piedra hasta el montón de reserva, donde necesariamente se tienen que tener siempre

importantes existencias de ella. Anteriormente la piedra era transportada a la fábrica en pequeñas vagonetitas cargadas a mano y que luego eran conducidas también a mano hasta las trituradoras. Para la nueva fábrica se ha comprado una pala mecánica Ruston-Bucyrus montada sobre ruedas de oruga que cargará la piedra tal como sale de cantera, en trozos que a veces tienen hasta 60 cm. x 30 cm. x 30 cm., en vagones "Phoenix" de 5 toneladas que vuelcan por el costado. Los vagones serán llevados por una locomotora Peckett de vapor hasta las tolvas de alimentación de las trituradoras, donde habrá un volcador neumático para descargar el contenido de los vagones en las tolvas mencionadas.

Unos alimentadores conducen la piedra a tres trituradoras del tipo de mandíbulas oscilantes y de 75 cm. x 45 cm. Desde las trituradoras, la piedra pasa a transportadores de correa de 50 cms. inclinados y de sección cóncava, que la llevan a 32 m. de distancia, donde es descargada en unos rodillos trituradores secundarios de 90 cm. x 90 cm. que la reducen a trozos de 1 cm. o menores. De los rodillos pasa a otro transportador cóncavo de correa que tiene 75 cm. de anchura y después es elevada a un nuevo transportador que corre por encima de tres depósitos de hormigón armado y que puede descargar en cualquiera de ellos. El elevador tiene cangilones de 60 cm. y es doble. Cada depósito contiene unas 200 toneladas de caliza vertida a granel. Al lado de los depósitos de caliza hay los recipientes de arena en los que caben unas 30 toneladas de arena en cada uno; se ha hecho preciso el empleo de arena en el crudo para poder rectificar la dosis de sílice. La reserva de arena se halla convenientemente dispuesta y la arena es transportada a los recipientes en cuestión por medio de un elevador independiente y un transportador. Unas mesas alimentadoras de 1,40 m. de diámetro para la piedra caliza y de 0,90 m. para la arena descargan dichos materiales en los molinos.

La arcilla se obtiene a poca distancia de la fábrica, en Deep Bay que es una cala situada en la orilla opuesta a Castle Peak, de Kowloon. Los lechos de arcilla son muy extensos y de calidad muy uniforme. La extracción se hará por medio de una grúa excavadora flotante que la descargará sobre gabarras. En los muelles de la fábrica se ha montado una grúa locomovil y una excavadora que recogerá la arcilla de las gabarras atracadas al muelle y la descargará directamente en los molinos desleidores o en un montón de reserva. Se han proyectado dos molinos desleidores de 4,25 m. cada uno de diámetro; uno de ellos de capacidad suficiente para la producción total a base de sesenta horas semanales. En el local de bombas para la arcilla, junto a los molinos desleidores hay tres bombas triples de 200 mm. directamente acopladas a sus motores e intercambiables. Las bombas en cuestión pueden impulsar, sea arcilla en forma de papilla líquida, hacia los depósitos de reserva, sea agua hacia los depósitos de agua. El depósito de reserva de arcilla se podrá ver en el plano donde figura su referencia, existiendo un pequeño recipiente alimentador situado en la parte alta del depósito principal. La pasta o papilla de arcilla pasa directamente al depósito de alimentación desde los molinos desleidores cuando estos funcionan, y el exceso, rebosa cayendo al depósito principal. Cuando los molinos no funcionan, una bomba de émbolo zambullidor doble de 150 mm. situada en el local de bombas se pone en marcha para conducir la pasta desde el depósito principal de reserva hasta el recipiente de alimentación. Un tubo conduce la pasta de arcilla, directamente desde el recipiente alimentador hasta los molinos de crudo.

La decisión de emplear bombas de émbolo zambullidor tanto para la arcilla como para la pasta ordinaria fué acordada después de madura deliberación. Se estudiaron los sistemas de elevación por aire, o por bombas centrífugas pero se optó por emplear el tipo de maquinaria mas sencillo por razón de lo alejada

que se halla la factoría de la metrópoli. Las bombas centrífugas fueron ventajosamente informadas para la pasta de arcilla pero se desechó su empleo para no perder la intercambiabilidad de las piezas; la bomba tendrá que impulsar agua y si es del tipo centrífugo tiene entonces que montarse a un nivel inconvenientemente bajo.

Para el crudo hay tres molinos combinados de 2 m. de diámetro y 12,20 m. de longitud. La primera cámara tiene un revestimiento escalonado de acero fundido y una carga de unas nueve toneladas de bolas de acero de 12,5 mm. y de 100 mm. El acero de que están hechas es un acero al carbono a dosis de 0,8%. El departamento inmediato lleva un forro liso y unas $9\frac{1}{2}$ toneladas de bolas de 75 y de 50 mm. El departamento final está forrado de "Silex" y los elementos molturadores son "Cylpebs" de 25 y de 19 mm. de los que hay unas $22\frac{1}{2}$ toneladas. Cada molino va accionado por un motor de 450 caballos-vapor directamente acoplado por mediación de un reductor de engranaje, un piñón y una corona dentada. Dos de dichos molinos pueden moler suficiente pasta para la producción requerida en 144 horas semanales a la finura del residuo de 5% sobre el tamiz de 4906 mallas. La pasta es impulsada por bombas de triple efecto de 203 m. de diámetro por 406 mm. de carrera, con émbolos zambullidores, hacia uno de los seis recipientes de hormigón de 10,4 m. de altura y 6,5 m. de diámetro interior en los que caben 400 toneladas de pasta. Se empleará la remoción por aire y cada depósito irá provisto de 20 tubos de 19 mm. empalmados en una tubería principal de aire que pasará por encima de los depósitos sumergiéndose luego aquellos tubos en el interior de los depósitos. La remoción se regula automáticamente; funciona durante un periodo de tiempo previamente determinado en cada depósito y luego es conmutada y pasa al siguiente. El aire comprimido lo proporcionan dos compresores Reavell verticales de doble efecto, a una presión de 2,8 kg.p.cm². La pasta es conducida al horno por encima de una escotadura en forma de V, manteniéndose el depósito a un nivel constante alimentándolo con exceso para que rebose la pasta y vuelva a ser recogida por la aspiración de las bombas; con esto se consigue una carga constante en la alimentación. El polvo recogido en la chimenea y conductos de humo a la salida del horno por medio de la instalación Lodge-Cottrell, es devuelto al horno en el que entra junto con la pasta.

Los dos hornos son de 73,15 m. de longitud, por 2,35 m. de diámetro. El diámetro en la zona de calcinación es de 3,35 m. y en la zona de combustión de 2,75 m. El recuperador enfriador va montado en la prolongación del horno dando así una longitud total de 77,40 m. Los 21,5 m. de la parte superior del horno van equipados con cadenas para facilitar la desecación de la pasta. El cuerpo principal del recuperador tiene 2,75 m. de diámetro y 4,25 m. de longitud, estrechándose hacia la descarga donde tiene solo 2,4 m. de diámetro. Repartidos por igual alrededor de la circunferencia del extremo inferior hay 10 tubos de acero fundido que descargan el clinker parcialmente enfriado en 10 cilindros de acero dulce de 1,05 m. de diámetro provistos de elevadores de hierro resistente al calor. El clinker corre en dirección opuesta, hacia el extremo superior del horno y descarga en un transportador de sacudidas de 60 cm. Se ha previsto también, como sustituto, un segundo transportador de sacudidas. La producción garantizada para cada horno es de 1000 toneladas semanales de clinker con un consumo del 23% de carbón tipo. Se sabe confidencialmente de antemano que esta garantía quedará cumplida con exceso en lo relativo a la producción manteniendo siempre el consumo de carbón a un nivel bajo, dado que un horno de esas dimensiones produciría ampliamente de 1200 a 1300 toneladas de clinker por semana, sin aumentar indebidamente el consumo de carbón. Los gases del horno descargan en un conducto de ladrillo corriente

revestido de ladrillo refractario y luego pasan a una instalación eléctrica de precipitación de polvo tipo Lodge-Cottrell. Dos ventiladores Davidson de alta presión aspiran los gases por los dos lados del dispositivo Lodge Cottrell y los conducen a la base de una chimenea ordinaria común. Hay también un conducto de humos auxiliar que va directamente desde la salida del horno a la chimenea para el caso en que el precipitador no vaya bien por cualquier causa o se tengan que hacer reparaciones o limpieza en el mismo. La chimenea está hecha de planchas de acero dulce y va forrada totalmente de ladrillo refractario; se sostiene por sí misma. La altura del castillete de acero es de 45,75 m. y un diámetro interior de la envolvente en su parte mas alta, de 3,25 m. La base de hormigón sobre la cual se apoya la chimenea tiene 4,25 m. de altura sobre la solera.

El transportador de sacudidas recoge el clinker de los rodillos trituradores de 600 mm. de diámetro y 450 mm. de llanta, con rodillos de guía, y luego lo pasa a un elevador de 450 mm. (existiendo también otro elevador de respeto) que lo sube hasta el extremo del depósito de clinker. El clinker se descarga del elevador a través de una báscula automática Mather de tipo rotatorio y va a parar a un transportador de cinta de sección cóncava de 500 mm. que corre todo a lo largo del depósito de clinker. Por medio de una carretilla volcadora, el clinker puede ser descargado en cualquier punto del depósito. Es extraído del mismo por un segundo transportador de cinta cóncava, de 500 mm. que corre por un túnel, por debajo del depósito; el clinker descarga sobre esta correa por unas aberturas que hay en el piso. En el extremo opuesto (muelle), del depósito de clinker, es elevado de nuevo y conducido por un transportador de cinta plana de 600 mm. a unos silos de hormigón armado situados encima de los molinos de cemento, a los que es conducido por una especie de lengüeta.

Hay tres grupos de silos para el clinker y el yeso, un grupo para cada uno de los tres molinos de cemento. El yeso es transportado a través de una trituradora de 500 mm. x 150 mm. y un elevador de 200 mm. y es distribuido a los depósitos o silos por medio de un transportador de cinta y la lengüeta correspondiente. La capacidad de cada silo de clinker es de unas 200 toneladas vertido a granel sin asentar, mientras que los silos o depósitos de yeso contienen unas 35 toneladas cada uno. Unas mesas alimentadoras de 1,35 m. de diámetro para el clinker y de 900 mm. de diámetro para el yeso situadas debajo de los silos respectivos descargan el clinker y el yeso en los molinos. Los molinos de cemento son del tipo combinado de tres departamentos y tienen 11 m. de longitud por 2 m. de diámetro. El departamento primario va forrado con placas escalonadas de acero fundido y contiene una carga de $6\frac{1}{2}$ toneladas de bolas de acero al carbono (0,8%) de 125 mm. y 100 mm. El departamento intermedio va forrado de placas de acero no escalonadas y lleva una carga de 8 toneladas de bolas de 75 mm. y 50 mm. El departamento final se halla revestido de "Silex" y los elementos molturadores son "Cylpebs" de 25 mm. y 19 mm. de los que carga 15 toneladas. Los molinos van acoplados a motores de 450 C.V. por medio de un reductor de engranaje y son accionados por medio de piñón y corona dentada. La producción de cada molino se halla garantizada en 8 toneladas, por hora, de cemento que deja un 5% de residuo sobre el tamiz de 4900 mallas p. cm², y 4,75 toneladas por hora de cemento de endurecimiento rápido de una finura del 1%. En esta sección se ha proyectado una instalación muy completa de captación de polvo Visco-Beth del tipo de mangas filtrantes, aspirándose el polvo de todos los puntos del sistema, donde sea posible su difusión por el aire. Desde los molinos, el cemento es conducido por medio de un transportador de tornillo de 350 mm. de diámetro hasta el pie de un elevador.

Este elevador tiene 450 mm. de anchura y sus centros distantes 16,75 mm.; alimenta un tornillo transportador alojado en un conducto que cruza la carretera;

un segundo elevador cuyos centros distan 20 m. transporta el cemento a la parte superior de los silos. Los aparatos transportadores que conducen el cemento desde los molinos a los silos están duplicados en todas partes, no solo para disponer de recambios sino para funcionar unos y otros cuando haya que moler a la vez cemento ordinario y cemento de endurecimiento rápido. En la parte alta de los silos hay un sistema de tornillos transportadores de 450 mm. de diámetro que transportan el cemento a uno cualquiera de los 8 silos de hormigón armado. Estos, tienen de diámetro interior 9,10 m. por 26,65 m. de altura total. Siete de ellos tienen una cabida de 2,150 toneladas de cemento cada uno. El octavo está dividido radialmente en ocho silos pequeños y tiene una escalera que pasa por el centro: gracias a ella se pueden extraer muestras de cemento a diferentes niveles de los silos. Los pequeños silos contienen unas 190 toneladas cada uno; debajo de cada hilera de silos hay dos transportadores de tornillo que conducen el cemento a 4 depósitos o tolvas situadas en el local de envasado. Este local está distribuido en dos pisos; en el primer piso hay las ensacadoras y en la planta baja se efectúa el envasado en barriles. El ensacado presentaba alguna dificultad a causa de que los sacos empleados por la Compañía contenían 113 kgs. de cemento siendo demasiado grandes para poder ser manejados convenientemente según los métodos ordinarios del ensacado automático. Finalmente se han dispuesto dos juegos de básculas de plataforma debajo de cada tolva, ocho en total con grandes cuadrantes graduados que marcan hasta 113 kgs. mas el peso del saco. Entre cada dos máquinas está situado un operario que maneja la válvula de la parte inferior de cada tolva y regula así la alimentación. El saco se halla apoyado convenientemente sobre la plataforma, pero de manera que por debajo del mismo pueda ser introducida fácilmente la punta de la carretilla que se utiliza para transportar los sacos. La alimentación de

**CENTENARES
DE TONELADAS
DE
"CHROMOIDS"
(Reg. No. 478454)
BALLPEBS Y
CYLPEBS**

**HAN SIDO SUMINISTRADOS POR
"HELIPEBS LIMITED," PARA LAS
PRIMERAS CARGAS DE LOS MOLINOS
DE UNA NUEVA FÁBRICA DE CE-
MENTO DE ULTRAMAR.**

Sólidos motivos deben existir para que los ingenieros hayan prescrito los "CHROMOIDS." Tendremos mucho gusto en explicárselo con todo detalle. Los "CHROMOIDS" son el resultado de largos años de dedicarse intensamente a la fabricación de elementos molturadores para la industria del cemento.

Escribir a

HELIPEBS LIMITED, Premier Works, GLOUCESTER, INGLATERRA.

cemento se cierra cuando el cuadrante marca el peso exacto y entonces el hombre de la carretilla vuelca el saco encima de ésta. Es sabido de antemano que los operarios adquieren pronto práctica en apreciar el momento exacto en que deben cerrar la alimentación; sin embargo se ha previsto la instalación de una báscula, independiente, de comprobación. El saco se cose y precinta en el mismo piso y es mandado abajo por un plano inclinado desde cuyo pie es conducido al sitio donde se le almacena. Los barriles son tratados de manera parecida en la planta baja, pero en este caso cada báscula lleva una máquina asentadora de sacudidas y solo hay una báscula por tolva o sean cuatro en total. La maquinaria pesadora de esta sección es suministrado Henry Pooley and Son, Ltd. En el local del envasado se ha instalado un sistema Visco-Beth de captación de polvo para recoger el polvo de todos aquellos sitios en que es probable que el aire se cargue de cemento.

Para los hornos rotatorios se mezclan en iguales proporciones dos clases de carbón. El carbón es descargado por el cable en un extremo de su almacén de donde lo recoge una grúa-puente Morris de $1\frac{1}{2}$ tonelada de capacidad la cual lo amontona a uno y otro lado de la vía principal que sirve de división entre ambas clases de carbón. Uno de los lados del almacén es mas ancho que el otro pues en aquella parte se almacena el carbón de alta dosis de volátiles, que puede ser amontonado tan solo hasta una altura de unos $2\frac{1}{2}$ m. por el peligro que ofrece de su combustión espontánea. Es necesario un almacén muy grande a fin de que puedan recibirse cargamentos enteros de carbón y que éste quede resguardado de la lluvia. La misma grúa recoge el carbón del almacén y lo vierte en dos tolvas de hormigón situadas en el extremo opuesto al del cable. De allí pasa a unas mesas alimentadoras de 1,2 m. de diámetro situadas debajo de aquellas tolvas y cae sobre un transportador de cinta de 500 mm. de anchura que alimenta por turno sucesivo uno de los dos depósitos de hormigón que sirven de reserva para cada uno de los molinos de carbón y en los que caben unas 60 toneladas de carbón vertido a granel.

El carbón entra en los molinos de barrido de aire, de los que hay dos siendo cada uno suficiente para dos hornos. Los molinos tienen 2,210 m. de diámetro y 2,388 m. de longitud y van equipados con tubos de aire caliente, ciclones, etc. El aire caliente es extraído del extremo inferior del horno y aspirado a través de los molinos. Atraviesa los ciclones y de allí va al ventilador del mechero de carbón, entrando por éste de nuevo en el horno con el carbón pulverizado. La capacidad de cada molino es de 4,25 toneladas por hora, con una dosis máxima de humedad del 10% en el carbón a la entrada del molino. El carbón molido es elevado hasta dos depósitos alimentadores, de acero, de 10 toneladas de capacidad cada uno; de allí por medio de un mecanismo extractor de doble tornillo pasa a dos ventiladores de alta presión que insuflan el carbón pulverizado en los hornos.

En un país tan apartado de la metrópoli es importante disponer de un taller de reparaciones bien equipado. En él habrá un torno de 265 mm. de altura de puntos, una máquina taladradora radial de 1,5 m., una mortajadora, una sierra mecánica, una máquina de roscar tubos hasta 100 mm., una acepilladora de 2,4 m., una taladradora sensitiva, una máquina de curvar plancha, un martillo neumático de 100 kgs., muelas de esmeril, muelas de agua, etc., y procedentes de la fábrica antigua existen todavía tres tornos mas, que serán aprovechados, uno de doble engranaje, otro para roscar y otro para pulir superficies. Además habrá una instalación de soldadura oxi-acetilénica y una remachadora neumática junto con todas las herramientas propias para montajes como cricks, gatos, cabrestantes, etc.

La fuerza se adquirirá en la Compañía China Light & Power Co., Ltd., cuya central se halla junto a la fábrica. La electricidad será conducida a la fábrica hasta la sub-estación transformadora a una tensión de 6600 volts en corriente

trifásica de 50 periodos; para los motores grandes de 200 C.V. o mayores la corriente es transformada a 2200 V. mientras que para todos los motores pequeños es transformada a 350 volts. Los motores, aparatos auxiliares, transformadores, etc., por la Metropolitan-Vickers, Ltd., que también instala en la fábrica el alumbrado.

En un lugar tan distante como Hong-Kong es necesario no solo disponer de un bien surtido repuesto de piezas de reserva, sino además emplear en el grado mayor posible, piezas que sean siempre de los mismos tipos en los transportadores, elevadores, transmisiones, etc. Se ha dedicado mucho cuidado al problema y en todos los sitios de la fábrica en que ha sido posible las piezas han sido estandarizadas, aunque ello haya significado en algunos casos aumentar o reducir algo las dimensiones tales como la anchura de una correa transportadora o el tamaño de un elevador. Por las mismas razones ha presidido en todas las partes del proyecto de la fábrica la idea fundamental de la sencillez, sin perder de vista la práctica mas reciente y moderna. La cuestión de las combas ha sido ya citada como ejemplo, y aun cuando fueron estudiadas ya otras soluciones consideradas de igual mérito fué elegido el dispositivo mas sencillo, de acuerdo con los últimos adelantos y con la economía de funcionamiento.

La figura 1 (pág. 500) es un diagrama que indica la distribución de la fábrica: (1) Reforma de la Fábrica de la Compañía de Cementos de la Isla Verde (the Green Island Cement Co.), Hong-Kong; (2) Los edificios de la fábrica antigua se han rayado oblicuamente en esta forma; (3) Escala en piés; (4) Tonelería; (5) Secadero de madera; (6) Serrería; (7) Salida del cemento para su embarque; (8) Taller de envasado del cemento de la fábrica antigua; (9) Molinos de cemento; (10) Envasadoras de cemento; (11) Silos de cemento; (12) Depósito de yeso; (13) Trituradora de yeso y elevador;

LAS BRIQUETAS ALUMINOSAS

CURTIS

**SON EMPLEADAS EN LOS REVESTIMIENTOS
REFRACTARIOS DE LOS HORNOS DE LA
FÁBRICA DE CEMENTO DE GREEN ISLAND.**

Las briquetas CURTIS tienen un periodo de eficacia superior al de cualquier otro tipo de refractarios. Pídanos detalles y el catálogo, y sabrá cuánto podrá Vd. economizar en sus revestimientos refractarios si emplea nuestras briquetas.

ALGERNON LEWIN CURTIS

P.O. Box 61.

WESTMOOR LABORATORY — CHATTERIS — INGLATERRA

Teléfono: Chatteris 61. Dirección para telegramas y cablegramas: "Westmorlab. Chatteris."

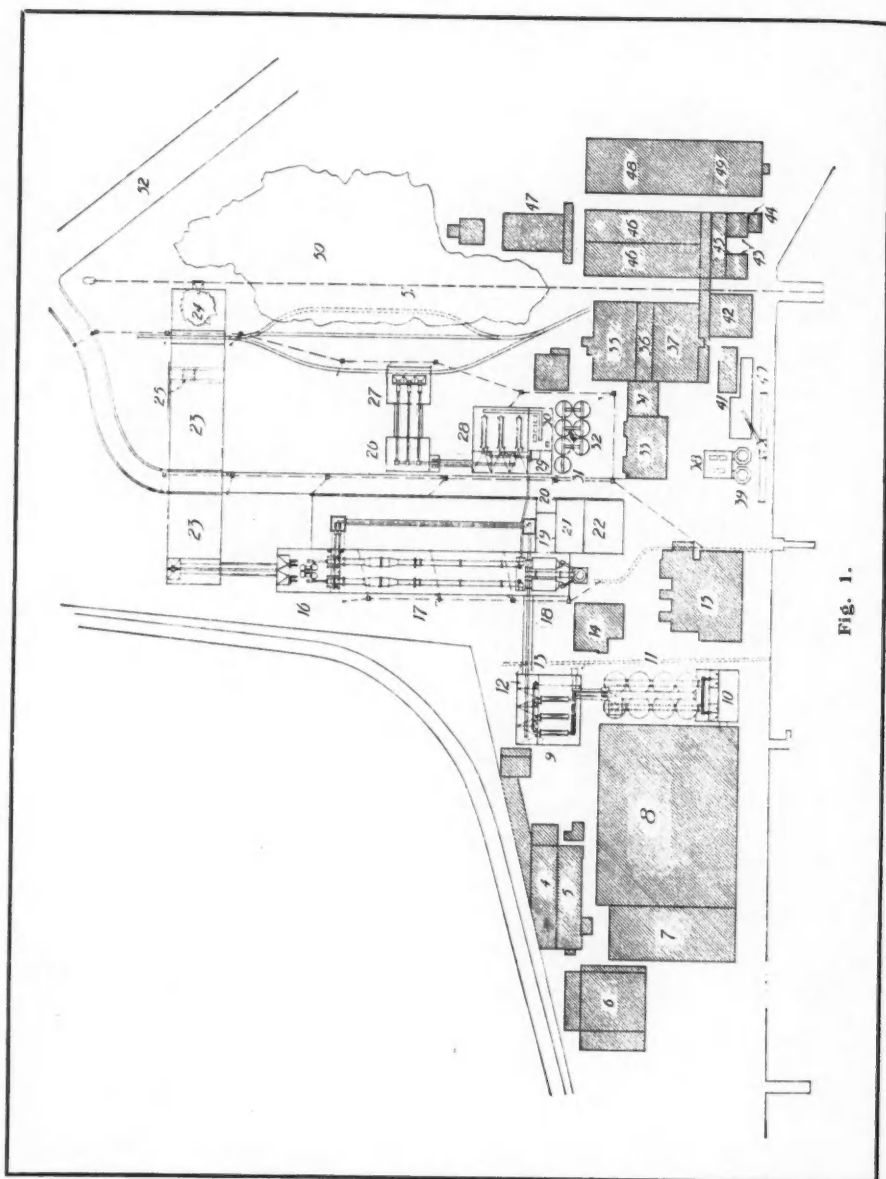


Fig. 1.

(14) Taller de reparaciones; (15) Oficinas; (16) Molino de carbón; (17) Sala de hornos; (18) Instalación eléctrica de captación de polvo; (19) Transformadores; (20) Local de compresores; (21) Sub-estación eléctrica; (22) Taller; (23) Depósitos de carbón: 2000 toneladas; (24) Montón del carbón vertido a la llegada; (25) Grúa-puente Morris; (26) Rodillos trituradores; (27) Trituradoras de mandíbulas; (28) Molinos de crudo; (29) Depósito; (30) Bombas de pasta; (31) Recipientes de arcilla; (32) Recipientes de pasta; (33) Calderas; (34) Máquina; (35) Molino n. 2; (36) Local de las transmisiones; (37) Molino n. 5; (38) Bombas para arcilla; (39) Desleidores de arcilla; (40) Montón depósito de arcilla; (41) Máquina o motor; (42) Cobertizo para la piedra; (43) Máquina o motor; (44) Caldera; (45) Molinos de carbón; (46) Hornos rotatorios N. 1, 2, 3 y 4; (47) Instalación de sedimentación del polvo; (48) Clinker; (49) Carbón; (50) Montón depósito de piedra caliza; (51) Cable aéreo de transporte; (52) Carretera de la ciudad de Kowloon.

La figura 2 (pág. 389) es una vista del depósito donde se amontona la piedra caliza, mirando en dirección hacia los hornos. Las trituradoras han sido montadas en la excavación que se vé en primer término.

La figura 3 (pág. 390) es una vista tomada desde la parte posterior del molino de carbón en dirección a la plataforma del calcinador. En el extremo de la derecha se puede ver el principio de los andamiajes de los silos de cemento. Estas dos fotografías fueron tomadas en enero de 1931.

[*:* Actualmente estamos esperando otro artículo sobre esta nueva fábrica que no puede tardar en llegar; en él se indicarán los resultados obtenidos, durante su primer periodo de funcionamiento. Mr. Henry Pooley, autor de este artículo es el ingeniero consultor de la Green Island Cement Co., Ltd., y a él se debe el proyecto de la fábrica.]

Indicaciones.

UN corresponsal nos escribe lo siguiente: "Durante el año pasado he leído con sumo gusto la revista CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE. Los artículos estaban muy bien escritos, y contenían gran cantidad de datos útiles.

"Creo, sin embargo, que su publicación sería aun mas provechosa para los industriales del cemento si publicase ademas artículos sobre los temas siguientes, en los números venideros:

(1) "Dirección y control de las fábricas de cemento" comprendiendo en ello la cuestión de los precios de coste; si bien dos fábricas, puede darse el caso que produzcan al mismo precio, podrán seguramente aprender mutuamente una de otra diversos puntos que les ayudarán a reducir su coste.

(2) "Una sección aparte, en cada número, destinada a cartas y preguntas relativas al cemento.

"En su forma actual CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE es indispensable para todos cuantos trabajen en la fabricación del cemento o de la maquinaria para las fábricas de cemento, y que deseen estar, al corriente de los progresos de su industria."

[*:* Damos las gracias a nuestro corresponsal por las precedentes indicaciones. Respecto de la cuestión de la dirección de fábricas, hemos tropezado con grandisimas dificultades al tratar de encontrar un director de fábrica capacitado para escribir tales artículos y que además tenga tiempo para hacerlo; si se encontrase alguno en tales condiciones tendríamos mucho gusto en ponernos en relación con él. En cuanto a las cartas y problemas propuestos por nuestros lectores, estamos siempre dispuestos a publicar correspondencia de interés general y a ayudar a resolver los problemas de los lectores.—Ed.]

Relaciones entre la marcha de la coccion y los componentes principales del crudo: cal, sílice y alúmina.

O. FREY, Ing. químico.

CUANDO se trata de escoger un sistema de horno, es de la máxima importancia tener un conocimiento exacto de todas aquellas materias que deben entrar a formar la parte principal de la estructura del clinker. En primer término será pues necesario conocer con toda precisión las primeras materias de que se dispondrá, para poder así evitar los fracasos.

Una de las propiedades mas importantes de dichas primeras materias debe ser una buena uniformidad u homogeneidad, debiendo entenderse con ésto que no solo deben conservar una constante dosis de cal sino mantener tambien constantes las proporciones de sílice, alúmina y hierro, englobadas en el módulo de silicatos. Así pues cuando se desea conocer bien una primera materia deben tenerse datos suficientes para poder establecer no solo la uniformidad del trazado en la curva de la cal sino tambien en la del módulo de silicatos.

Para poder establecer la uniformidad de la marcha de la composición en un yacimiento de primeras materias no basta sin embargo extraer de cualquier manera una muestra de cada uno de los puntos a estudiar, sino que, segun la situación, hay que proceder de manera distinta en cada caso. Si por ejemplo se trata de una formación estratificada como la de la fig. 1 (véase pág. 392) la extracción de muestras resultará relativamente facil.

En cada capa se extraerán muestras de puntos espaciados de dos a tres metros en sentido de la longitud y segun las circunstancias. Tales muestras se recogen ordenadamente en una caja con subdivisiones y se las designa con números que correspondan a otros de los distintos puntos de las canteras. Lo mismo se efectuará luego en sentido de la altura de la formación o yacimiento con la sola diferencia de que en este caso se requerirán mas probetas extraídas. La extracción de muestras en sentido de la altura se hará alternadamente respecto de los puntos de extracción en sentido longitudinal.

Una capa o yacimiento estudiado en esta forma permitirá formarse una idea segura, y el trabajo, al parecer muy grande, no lo resulta tanto cuando se piensa en que mas tarde podrán sacarse consecuencias importantes sin esfuerzo ni atención apreciables.

La extracción de muestras, que en el caso estudiado resultaba sencilla se complica cuando las capas o estratos del yacimiento siguen un trazado como el de la fig. 2 (véase pág. 392).

En tal caso lo mejor será valerse de sondeos o calicatas profundas para averiguar con toda precisión el mayor numero de datos posible relativos al yacimiento existente. Es muy conveniente para conseguir tal orientación el practicar los sondeos de modo tal que en los nucleos o testigos extraídos con la sonda, se hallen representadas muestras de todas las capas. Es recomendable efectuar el estudio de preparación de dicho trabajo en forma tal que los sondeos no resulten luego de excesiva profundidad cosa que con facilidad puede ser evitada mediante un cuidadoso estudio de la formación geológica en la manera detallada en la fig. 2 (véase pág. 392). Para lograr un control de

que se han cortado como es debido todas las capas se perfora dos veces la primera o la última (según los casos). El testigo o núcleo así obtenido da una representación segura y precisa de la composición y orden de las diferentes capas. Mediante sondeos en diversos puntos se puede adquirir la certidumbre de la uniformidad del yacimiento.

Si en los casos mencionados se quiere economizar el coste de los trabajos de sondeo, puede también lograrse un conocimiento bastante seguro del yacimiento buscando un sitio que sea bien favorable para poner al descubierto las capas en su totalidad. Esta clase de exploración puede dar buen resultado pero no es ni de mucho lo seguro que es el método de los sondeos.

Otro caso especial es el de la siguiente situación: Ambas primeras materias se hallan en la misma cantera. La caliza encima, la marga debajo.

En este caso puede resultar lo más adecuado el abrir una galería de mina de reconocimiento en dirección perpendicular a la dirección seguida por las capas, con el fin de cerciorarse de su disposición (fig. 3, pág. 394). Durante el avance de la galería resulta muy factible la extracción de muestras según el modelo adjunto, de manera de poder ir bien seguros en toda clase de circunstancias.



Los puntos indican los puntos de la sección de la galería en que hay que extraer las muestras.

Una vez reunidos los datos necesarios se traza la curva de homogeneidad de las primeras materias y en vista de ella podrá elegirse el material más adecuado para el forro refractario del horno problema de la mayor importancia para la buena marcha del horno. A base de aquella curva de homogeneidad y de los datos recopilados se pueden establecer las cifras convenientes para la definición clara de un cuadro que determine bien definitivamente la situación. Este cuadro abarca los siguientes puntos que hay que determinar, en las primeras materias:

1. Determinación del punto de vitrificación incipiente del crudo.
2. Determinación del punto de fusión del crudo.
3. Determinación de un buen análisis promedio del crudo.
4. Datos relativos a los valores límites en la composición del yacimiento.
5. Determinación del grado de reducción del crudo a clinker.
6. Dato relativo al módulo de silicatos en sus valores máximo y mínimo.
7. Dato relativo a la dosis máxima prevista de cal.

En este cuadro de temas tiene una importancia preponderante la determinación del punto de vitrificación del crudo, y es recomendable efectuar las series de ensayos en forma tal que se puedan determinar los puntos de vitrificación del crudo para los casos en que la dosis de cal sea máxima y mínima y en que el módulo de silicatos adquiera también dichos valores extremos. De acuerdo con el punto de vitrificación o clinkerización se hará la elección del revestimiento refractario, ya que el punto de reblandecimiento o vitrificación de este último debe ser siempre superior o por lo menos igual al del crudo. Es una equivocación por consiguiente lo que se acostumbra a hacer con frecuencia: fijarse especialmente en el punto de fusión, que durante el proceso de cocción rara vez se alcanza.

El conocimiento del punto de fusión sirve en primer término para conocer el margen de temperatura que se requiere para pasar desde una vitrificación incipiente hasta la fusión total y completa del material, ya que en este estado empieza a exteriorizar evidentemente su máxima actividad en detrimento del revestimiento refractario.

El dato relativo a un buen análisis promedio es necesario para poderse formar una idea sobre el grado de actividad química que el crudo desarrollará contra el forro refractario.

La determinación de los valores límites debe dar la guía acerca del grado hasta el cual puede ser llevada la homogeneización del crudo o bien si debido a circunstancias especiales la homogeneización completa obliga a emplear dispositivos especiales o determinados sistemas de mezcla. Si en la calidad del aglomerante se desea llegar a un valor extremo, la marcha de la dosis de cal así como las de la sílice y de la alúmina y hierro no deben ser ya curvas sino que deben aproximarse mucho a líneas rectas. Tan solo en estas condiciones se pueden alcanzar con seguridad las resistencias máximas del aglomerante.

Sabemos que los puntos de vitrificación de las primeras materias del crudo son completamente individuales, sin que pueda decirse por adelantado nada preciso; podemos dar sin embargo la siguiente clasificación aproximada:

- | | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|-----|---------------|
| 1. Crudos de fácil vitrificación | ... | ... | ... | 1300-1350° C. |
| 2. Crudos de vitrificación normal | ... | ... | ... | 1350-1450° C. |
| 3. Crudos de vitrificación difícil | ... | ... | ... | 1450-1550° C. |

Por una parte pertenecen a los crudos difíciles de vitrificar los que tienen una alta dosis de sílice, debido a que el cuarzo no empieza a reblandecerse hasta una temperatura de 2000° C.; también lo son los de muy elevada dosis de alúmina ya que ésta eleva también el punto de vitrificación debido a que la alúmina posee un punto de reblandecimiento tan elevado como el cuarzo mismo. Contribuye a la determinación de la temperatura de vitrificación del crudo asimismo la dosificación de cal, que influye en la misma forma que el cuarzo y la alúmina.

La marcha a seguir en la investigación se entenderá mejor a base de un ejemplo.

CUADRO DE UN CRUDO DE ELEVADO PUNTO DE CLINKERIZACIÓN.

Punto de vitrificación	...	...	...	1500-1520° C.
Punto de fusión	...	...	...	1600-1650° C.
SiO ₂	...	...	...	14,00
R ₂ O ₃	...	...	...	4,00
CaO	...	...	...	43,50
MgO	...	...	...	1,50
SO ₃	...	...	...	0,50
CO ₂ H ₂ O	...	...	...	36,00
Residuo alcalino	...	...	...	0,50
Módulo de silicatos	...	...	...	3,5
Módulo hidráulico	...	...	...	2,4
Valores límites del módulo de silicatos	...	...	...	3,0-4,0
Máxima dosis de cal	...	...	...	44,0

Para el empleo del cuadro hay que tener todavía en cuenta el efecto de las cenizas sobre el punto de clinkerización del crudo. Este efecto en los diferentes sistemas de hornos se exterioriza de distintas maneras según que las cenizas pasen total o parcialmente a mezclarse con el crudo y según que se mezclen intimamente con él, o solo superficialmente. En los hornos verticales depende esto de la finura del cok o del carbon prensado y en los hornos rotatorios, de

la finura del carbón pulverizados, y de la clase de la boquilla de inyección. En los hornos rotatorios tiene también importancia la dirección de las boquillas o mecheros sobre el eje del horno.

En líneas generales puede pues decirse que a causa de las cenizas del carbón en la inmensa mayoría de los casos se produce un descenso del punto de vitrificación que puede ser apreciado en unos 20 a 30° C. respecto del que presentaría el clinker puro. Esto debe ser tenido en cuenta en la discusión del cuadro. Como la composición de las cenizas es muy variada y se hace preciso distinguir entre cenizas de fácil mezcla, o difíciles de mezclar, es necesario el estudio de éstas respecto de la índole de su influencia sobre el proceso de cocción y sobre el refractario del revestimiento.

Como hay cenizas de carbón que tienen dosis muy elevadas de sílice, y otras con dosis también muy altas de óxido de hierro, etc. es preciso poner la debida atención en esta materia en cuanto atañe tanto a las condiciones de funcionamiento de los hornos rotatorios como a las de los hornos verticales.

Basándonos en los resultados que figuran en el anterior cuadro del crudo podemos pasar ahora a recopilar las condiciones que se requieren en el revestimiento refractario, para que éste pueda alcanzar la máxima duración.

El cuadro de características correspondientes al revestimiento refractario viene a ser de esta clase:

CARACTERÍSTICAS DEL REFRACTARIO.

Punto de vitrificación	...	...	...	...	1500-1520° C.
Punto de fusión	...	...	...	...	1750-1800° C.
Estructura	...	...	...	...	lo mas compacta posible.
Grado de contracción	...	...	...	...	lo mas reducido posible.
Desgaste mecánico	...	...	...	...	lo menor posible.
Buena resistencia a los cambios de temperatura	...	...	...	...	Condicion de frecuente eliminación.

Para un crudo como el arriba mencionado el revestimiento diferirá naturalmente del refractario corriente; en tal caso convendrá precisamente algun forro refractario de primera calidad muy alto en alúmina, pues tal revestimiento es también resistente a los crudos altos en sílice.

La tabla siguiente indica el análisis de un forro refractario muy alto en alúmina.

REVESTIMIENTOS DE HORNOS, MUY ALUMINOSOS.

SiO ₂	...	...	...	...	...	19,00
Al ₂ O ₃	...	...	...	...	...	71,00
Fe ₂ O ₃	...	...	...	...	...	5,00
CaO	...	...	...	...	...	1,00
Densidad aparente	...	...	...	...	...	2,4
Peso específico	...	...	...	...	...	3,4
Punto de vitrificación	...	...	...	...	...	1500° C.
Punto de fusión	...	...	...	...	...	1750-1800° C.
Variación de volumen; crecimiento	...	...	...	...	...	Crecimiento a partir del cono de Seger n. 15.

El revestimiento alto en alúmina cuando está fabricado de buena calidad sirve tanto en los hornos rotatorios como en los hornos de cuba o verticales para lograr largos periodos de duración tal como se pedía mas arriba, y aun

en los casos en que se empleen crudos de naturaleza muy activa como los mencionados. No hay que decir que esto exige mucho cuidado en evitar los anillos y bolas que deben hacerse desaparecer lo antes posible. La duración de un forro de esta naturaleza será a lo menos de 8 a 10 meses.

La figura 4 (véase pág. 395) sirve para poner de manifiesto la manera como influye el clinker de cemento Portland sobre las diferentes clases de revestimientos refractarios. También en este caso el revestimiento refractario alto en alúmina ofrece gran ventaja. Con el refractario corriente (A) (Chamotte) el clinker se funde formando una escoria vitrea que penetra profundamente. En el refractario Dinas (B) se observa que el efecto corrosivo del clinker ha perforado el forro profundamente; el ladrillo ha quedado desmenuzado. En cambio con el refractario aluminoso (C) el clinker se conserva inalterable, y no tiene lugar el ataque del ladrillo refractario.

La importancia de que el material sea compacto puede apreciarse en el cuadro del forro aluminoso. Dificulta la infiltración de la masa activa en los poros del forro con lo cual se logra una defensa contra la destrucción del mismo. Después de la composición química adecuada es éste uno de los puntos a que hay que dedicar mas atención. Naturalmente, en el estado de reblandecimiento incipiente desempeña también un importante papel el modo como se conduce el forro refractario en lo referente a dilatación y contracción. Si se produce una fuerte contracción en el punto de vitrificación o reblandecimiento es evidente que se originarán grietas en el revestimiento, las cuales se rellenarán con la masa del clinker, con lo que la superficie de ataque aumentará. Es pues muy importante no emplear para los hornos de cemento tipos de revestimientos refractarios con coeficientes de contracción muy elevados.

Tomando como base el ejemplo ya mencionado será posible fácilmente escoger un revestimiento apropiado para el horno aun en aquellos casos en que se trate de crudo de punto mas bajo de vitrificación. La representación gráfica (fig. 5, pág. 396) indica el punto indicador de la forma en que en cada caso deben relacionarse el crudo y el forro refractario.

El margen de 25° C. entre los puntos de reblandecimiento del crudo y del forro refractario no debe tomarse naturalmente como una cifra absoluta, sino tan solo como una orientación acerca de la relación que deben guardar los valores de ambos puntos de vitrificación.

Para las dos clases o categorías de crudos (con punto de vitrificación bajo o normal) tenemos naturalmente que cuanto mas bajo sea el punto de reblandecimiento del crudo tanto mas hay donde elegir entre los diferentes tipos de revestimientos que para hornos existen.

Compare satisfactoriamente con los revestimientos aluminosos el refractario corriente (Chamotte) de 1ª clase. Teniendo presentes las consideraciones precedentes podemos establecer el cuadro siguiente:

Crudos con bajo punto de vitrificación 1300-1350° C.	Crudos con punto de vitrificación normal: 1350-1450° C.	Crudos con elevado punto de vitrificación. 1450-1550° C.
Para revestimiento refractario convendrá:	Para revestimiento refractario convendrá:	
(a) Refractario (Chamotte) de 1ª clase	(a) Refractario (Chamotte) de 1ª clase	(a) Refractarios altos en alúmina
(b) Refractarios altos en alúmina	(b) Refractarios altos en alúmina	(b) Excluido el refractario (Chamotte) de 1ª clase
(c) Hormigón de clinker	(c) Hormigón de clinker	(c) Hormigón de clinker

A título de comentario hay que observar que según ya se ha dicho, el punto de vitrificación del crudo es rebajado por la agregación de las cenizas y además que se puede conseguir un mayor descenso todavía mediante la agregación de fundentes; en tal forma se pueden adaptar las características hasta hacerlas accesibles a las de un tipo de refractario de que se disponga.

También hay que hacer notar que aun con crudos de punto normal de vitrificación el empleo del refractario Chamotte 1^a representa en muchos casos un límite ya que su temperatura de vitrificación cae a veces mas allá del límite de 1400° C. En tales casos dudosos será conveniente escoger para el forro refractario materiales mas seguros, tales como los refractarios aluminosos, etc.

Por lo que concierne al empleo del hormigón de clinker como refractario hay que observar, que puede dar muy buenos resultados cuando se elabora con el debido cuidado. Este revestimiento tiene la ventaja de que está formado por la misma masa del crudo, cosa que excluye toda acción química conviniendo sobre todo su buena preparación de la que depende en absoluto el que dé buen resultado.

Instrumentos de medida y registradores para hornos rotatorios.—II.

By A. C. DAVIS, M.Inst.Mech.E., M.Inst.C.E.I., F.C.S.

(DIRECTOR DE FÁBRICAS DE LA ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.)

EL registrador "Arkón" está construido con el fin de indicar la presencia sea de dióxido de carbono solo, sea de éste gas mezclado con oxígeno. Este instrumento trabaja por absorción, empleándose la potasa cáustica como reactivo para el dióxido de carbono y una barrita de fósforo para el oxígeno. Las lecturas obtenidas son por lo tanto directas y no por diferencia. El aspirador que puede ir accionado hidráulica o eléctricamente suele regularse para que venga a dar unas treinta lecturas por hora. La fig. 13 (pág. 398) representa el registrador combinado para el dióxido de carbono y el oxígeno. Este instrumento está destinado a indicar los diversos tantos por ciento de ambos gases; sin embargo el intervalo normal para el oxígeno peca mas bien de elevado para lo que requieren los gases del horno rotatorio y en consecuencia resulta muy difícil poder apreciar pequeñas diferencias en la dosis de oxígeno en ellos contenida.

El registrador "W.R." de dióxido de carbono, es otro instrumento que también trabaja a base del principio de la absorción, pero a diferencia de lo que ocurre con muchos instrumentos de esta clase su indicación es continua. La figura 14 (pág. 399) indica en forma esquemática la disposición del instrumento cuando es únicamente indicador y la fig. 15 (pág. 399) es una vista del mismo instrumento cuando es indicador y registrador a la vez. (R, Absorbente; P, Vasija porosa; P₁, Tapón; G, Tubo manométrico de aforo; F, Filtro; F₁, Embudo del tubo detector; L, Tapa; E, Llave; Z, Tubo de entrada en el detector; B, Detector de la corriente de gas; S, Aspirador; X, Tubo de retorno hacia el ventilador, cuando se emplea el tiro inducido.) La parte del instrumento en que se efectúa la absorción consiste en una vasija exterior y otra interior; esta última es un frasco poroso que contiene el reactivo absorbente en forma de cartucho. Uno de los tubos de un manómetro diferencial

de columna de agua va unido al recipiente exterior, y el otro al recipiente interior. Los gases que contienen el dióxido de carbono, son aspirados a través del recipiente exterior por los procedimientos ordinarios. Parte de dichos gases pasa a través de la vasija porosa donde el dióxido de carbono es absorbido por el reactivo. De esto resulta una reducción de la presión de los gases en la columna del manómetro o tubo de aforo. El mayor o menor desplazamiento de la columna de agua dependerá de la cantidad de dióxido de carbono contenida en los gases.

El registrador "Electroflo" es también un aparato para el dióxido de carbono y al construir este tipo de instrumento sus autores se han separado bastante de las bases o principios en que se fundan ordinariamente. Se ha suprimido en él, todo órgano de vidrio y todo tubo de goma; se emplea un aspirador accionado por un motor; todos sus órganos de trabajo se hallan sumergidos en un baño de aceite; el agua ha sido completamente eliminada. Se ha agregado un recipiente de absorción bastante grande; gracias a él, el instrumento puede ser usado durante periodos incluso de varios meses, sin necesidad de cuidado alguno. Todos estos detalles especiales están claramente indicados en la fig. 16 (pág. 400); puede emplearse el aparato, tanto haciendo de indicador como de registrador, y en un tipo o modelo de esta última clase se traza un gráfico sobre una cinta, cuya longitud permite registrar las indicaciones de varias semanas seguidas. La fig. 17 (pág. 401) representa un aparato combinado de indicador y registrador con gráfico de forma circular.

Lo mismo que en determinaciones científicas de otras clases el método de extracción de las muestras tiene suma importancia. Las muestras de gases tomadas durante un periodo de pocos segundos, conocidas con el nombre de muestras "furtivas" (snap samples) tienen poco valor para la indicación de las verdaderas condiciones medias, a menos que tales condiciones se mantengan constantes durante largos periodos, cosa que rara vez ocurre en el horno rotatorio. Es por consiguiente muy conveniente que la extracción de muestras se lleve a cabo durante un periodo tan prolongado como sea posible. Una muestra tomada durante el curso de 10 a 20 minutos es ya muy satisfactoria pero en algunos casos es mejor obtener la muestra a base de un periodo mas prolongado, 12 o 24 horas por ejemplo. En los instrumentos registradores, las muestras generalmente se obtienen durante un periodo relativamente corto, pero como resulta que luego se acumulan tan numerosas muestras de esta clase cada hora, puede obtenerse un buen resultado promedio.

Cuando se emplea el aparato de Orsat es corriente extraer la muestra en una vasija o recipiente y separar de ella 100 cm³ que son los necesarios para la realización del análisis. Donde no se dispone de una instalación permanente para la extracción de muestras, puede extraerse una muestra de corto periodo, rápidamente por medio de dos frascos Winchester de a litro, dispuestos en la forma que indica la fig. 18 (pág. 402). El frasco en que se desea obtener la muestra se llena completamente de agua, y luego por medio de un sifón puede vaciarse haciendo pasar el agua al otro frasco, pudiéndose graduar a voluntad la velocidad con que pasa de uno a otro. Es facil regular la marcha con que se extrae la muestra de manera que como promedio dure dicho periodo de extracción unos 20 minutos. Es de la máxima importancia que el agua empleada esté exenta totalmente de toda substancia disuelta que pueda absorber el dióxido de carbono, siendo recomendable hacer burbujear los gases a través del agua durante un periodo tan largo como sea posible antes de proceder a la extracción de la muestra con objeto de que el agua se encuentre entonces saturada de dióxido de carbono. Algunas veces para estar seguro de que no se producirá absorción de dióxido de carbono por el agua se coloca en la superficie del agua una capa de parafina; este método resulta sin embargo poco limpio.

Existen varios extractores continuos de muestras a que puede recurrirse; sin embargo al escoger esta clase de instrumento conviene fijarse en que no carezca de dispositivo para regular la velocidad de la aspiración. Si el agua se deja salir por un grifo o llave situada en el fondo de la vasija extractora de muestras, la carga de agua irá gradualmente decreciendo y dará por resultado un decrecimiento de la rapidez de la extracción. En el tipo mas perfeccionado de esta clase de instrumentos se emplea una cámara de flotación semejante a la empleada en los carburadores de automóvil. El agua es extraída de la cámara del flotador y en consecuencia la velocidad o régimen de extracción es constante durante todo el periodo. En la fig. 19 (pag. 402) se vé un extractor de muestras de este modelo.

Medicion de la alimentacion de pasta.—En el horno rotatorio de vía húmeda es corriente introducir la pasta por el extremo posterior del horno, sea por una rueda alimentadora de cucharas sea por una noria o elevador de cangilones.

La rueda alimentadora de cucharas está formada por una rueda provista de cuatro o mas brazos huecos en cuyas extremidades van montados una especie de cazos o cucharas. Al girar cada cuchara se sumerge en la pasta por turno sucesivo y luego al seguir su movimiento, su contenido se escurre por el interior del brazo que la soporta y pasando por el eje hueco pasa al tubo de alimentación del horno. Este mecanismo va accionado por medio de un motor de velocidad variable de manera que es facil de regular o graduar la cantidad que de la pasta entra en el horno en un determinado periodo de tiempo. Siempre que el nivel de la pasta en la cubeta que hay en la parte inferior del aparato sea constante resulta muy sencillo calcular el peso de material crudo introducido en el horno durante un intervalo determinado, ya que basta contar el número de cazos de dicho material vertidos. Esto se realiza además por medio de un contador. La fig. 20 (pag. 403) pone de manifiesto la disposición constructiva general de la rueda alimentadora de cucharas.

Con el aparato alimentador de pasta del modelo de noria o elevador de cangilones representado en la fig. 21 (pag. 404) la cantidad de material puede tambien ser determinada por los mismos medios adoptados en el sistema de la rueda de cucharas. El elevador de cangilones debe ir siempre accionado por un motor de velocidad variable de manera que el operador pueda disponer de un perfecto control del régimen de alimentación del horno.

Para medir el régimen de alimentación pueden tambien emplearse otras clases y modelos aparatos, tales como el contador Venturi intercalado en la tubería, o uno de los muchos modelos de aparatos de medición que emplean una bomba o caballete. Ninguno de estos últimos métodos ha sido empleado en gran escala en nuestro país a causa de la naturaleza coloidal de la pasta.

Humedad del crudo.—La humedad que contiene el material crudo en el momento de su introducción en el horno por su extremidad fría, puede ser determinada sea por medio de muestras "furtivas" o rápidas sea por medio de una muestra tomada de manera continua. La extracción continua de las muestras no es facil de realizar a causa de la índole coloidal de muchos de los materiales que se emplean; sin embargo en los casos en que la pasta circula por un vertedor o canalón abierto puede arreglarse un sencillo extractor de muestras montando una rueda o polea de llanta plana en el centro del canalón y a una altura adecuada para que la pasta pase por debajo de ella y la haga rodar; al propio tiempo la llanta de la rueda recoge por adherencia una pequeña cantidad de pasta que puede ser recogida con un rascador y llevada a un recipiente destinado a recogerla.

Presiones de aire y gas.—Para el adecuado funcionamiento de un horno rotatorio es esencial que la presión de los gases en el horno y la del aire en el tubo del mechero sean conocidas. Se suelen determinar los valores de los puntos siguientes:

- (1) Tiro en el extremo posterior del horno.
- (2) Presión en la caperuza del mechero.
- (3) Presión estática del aire en el tubo del mechero de carbón.

Las presiones del gas y del aire tanto si son positivas como si son negativas se suelen medir en cms. de columna de agua, expresados así directamente en algunos casos pero también reducidos a mm. de columna de mercurio en la mayor parte de ellos.

La forma mas sencilla de manómetro es un tubo en forma de "U" que puede prepararse sencillamente curvando en forma que se asemeje a dicha letra que le da nombre, un trozo de tubo de vidrio. Este tipo de manómetro da resultados satisfactorios para la medición de diferencias de presión de 1 cm. o mas; en cambio diferencias menores, resultan difíciles de apreciar de manera satisfactoria. Tiene el inconveniente de ser sumamente sensible a los cambios bruscos de presión que hacen oscilar la columna líquida. Cualquier pequeña evaporación del agua contenida o condensación de vapor en ella procedente del aire o de los gases circulantes puede hacer variar el cero del instrumento. Las diferencias de presión hacen que el líquido suba por una de las ramas del tubo en "U" mientras baja por la otra. Como la graduación que se observa aprecia solo los desplazamientos en una de las ramas resultará que a un desnivel de un cm. entre ambas ramas corresponderá únicamente un desplazamiento de medio centímetro en la rama de medición; esto hace que las lecturas resulten difíciles de realizar para las pequeñas diferencias de presión. A pesar de todas esas desventajas este tipo de manómetro se ha usado en gran escala durante muchos años. Se halla representado en la fig. 22 (pag. 406).

Muchas de las dificultades relativas al tubo manométrico en forma de "U" han sido suprimidas en el instrumento conocido con el nombre de manómetro "Arkon" de escala total. En este instrumento hay un sencillo tubo recto de vidrio conectado por un extremo a un recipiente cuya superficie es muchas veces mayor que la sección del paso del tubo de vidrio. El otro extremo del tubo va unido al punto donde se producen las diferencias de presión. Cuando las diferencias de presión se aplican al extremo abierto del tubo, la columna de agua subirá o bajará según que tales diferencias se cuenten en sentido positivo o negativo. En cambio el nivel del líquido en la cubeta de base casi no sufrirá alteración alguna dado que su superficie es mucho mayor que la sección del tubo. La columna de agua por consiguiente se desplazará subiendo o bajando frente a la escala un espacio equivalente a la totalidad de la diferencia de presión, o en otros términos, una presión de 1 cm. de columna de agua corresponderá a 1 cm. de desplazamiento frente a la escala. Esta circunstancia de ser la cubeta de gran superficie tiene además la ventaja de que la pérdida de algo de agua por evaporación o la adición de un poco de agua por condensación no afecta sensiblemente la posición del cero.

Gran número de tubos manométricos de vidrio pueden ser unidos a una cubeta común. Esto garantiza que las lecturas de dichos tubos manométricos sean comparables, cosa que rara vez puede lograrse con los tubos en "U" a menos que se esté constantemente revisando los ceros. Un aparato manométrico "Arkon" múltiple de escala total adecuado para la medición de presiones negativas es el representado en la fig. 23 (pag. 406); y en la fig. 24 (pag. 407) está representado un aparato de punto único para medir presiones tanto positivas como negativas.

Varios han sido los métodos adoptados para aumentar la longitud de la escala de los tubos manométricos de columna de agua. En algunos casos esto se ha logrado por medios mecánicos, o bien usando dos flúidos de peso específico diferente. Otra disposición satisfactoria consiste en colocar el tubo de vidrio en forma inclinada o angularmente, tal como se indica en las fig. 25 y 26 (pag. 407). Por este medio es posible multiplicar las dimensiones de las lecturas de la escala, amplificándolas varias veces pero hay que tener en cuenta que si la pendiente del tubo es demasiado suave, la posición del menisco acaba por ser muy poco definida y es difícil hacer la lectura; además el aparato se alarga demasiado. Otra variedad de este modelo de aparato es la que emplea un tubo curvo, aplanado en el trozo correspondiente al principio de la escala. Esto se hace con el fin de aumentar la longitud de la escala en la parte inferior del intervalo de trabajo o cuando por emplearse en combinación con un contador de la corriente gaseosa, tal disposición permite que la escala quede así dividida en partes iguales. Este instrumento, conocido con el nombre de manómetro de tubo curvo es el que está representado en la fig. 27 (pag. 407).

Cuando existen diferencias considerables de presión puede ser empleado el manómetro de tubo Bourdon. En cambio no resultaría suficientemente sensible para acusar diferencias de presión de 2,5 a 5 cm. de columna de agua. Sin embargo se ha llegado a construir un tipo de aparato provisto de un diafragma tan sensible, que con una diferencia de presión de 5 cm. de columna de agua ejerce ya un esfuerzo de 500 g.

Si bien el diafragma es de metal sumamente delgado ha sido posible, gracias a la forma especial dada a su superficie acanalada hacerlo muy fuerte sin perder por esto su sensibilidad. La fig. 28 (pag. 408) pone de manifiesto la construcción del diafragma, y la fig. 29 (pag. 408) indica el aspecto exterior de este tipo de aparato adecuado para medir diferencias de presión en tres puntos distintos.

Con este tipo de instrumento es conveniente disponer de algun sistema de válvula de seguridad que establezca un cierre hidráulico, pero que no ofrezca resistencia a presiones con gran exceso sobre las adoptadas para calibrar el aparato. Cuando las presiones fluctúan violentamente es necesario montar un dispositivo amortiguador, que puede revestir la forma de un pequeño tubo capilar colocado junto al manómetro y en un punto adecuado de la tubería.

Uno de los puntos mas difíciles para medir en él la presión de los gases es la caperuza donde está el mechero del horno rotatorio. La diferencia de presión en dicho punto es débil (de unos - 8 mm. de columna de agua) pero en algunos momentos puede fluctuar violentamente a causa de la acción de "bocanadas" en la zona de combustión del horno, causada a veces por insuficiencia del tiro. En tales circunstancias es tal vez mejor instalar un tipo de manómetro que emplee aceite en lugar de agua para el líquido de operación. El aceite tiene un efecto amortiguador; sin embargo cuando la fluctuaciones son demasiado violentas puede además montarse un recipiente amortiguador sea de tipo de aire sea de tipo de aceite. Con tales modelos de aparatos las escalas se calibran en cm. en columna de agua, obteniéndose una escala de divisiones muy anchas mediante un sistema de palancas que amplifica mucho el desplazamiento de la columna de aceite. La fig. 30 (pag. 409) representa un manómetro de puntos múltiples, con escalas oblicuas que emplea aceite como medio operador y un sistema de palancas para multiplicar los movimientos de la columna. La fig. 31 (pag. 410) representa un tipo similar de instrumento pero con la escala en forma circular.

(Continuará.)

Estudio comparativo de la industria del cemento en los Estados Unidos de America, Canadá, y el Reino Unido.—IV.

por HAL GUTTERIDGE.

Preparación de las primeras materias.

DEBIDO a lo elevado de los gastos de transporte, el emplazamiento de una fábrica, tanto respecto de las canteras como respecto de su mercado, es un punto de considerable importancia.

Desde el punto de vista de los transportes, los principales puntos que hay que considerar son los materiales calizos, los materiales arcillosos, el combustible, y el producto acabado. Las proporciones que de los mismos entran en peso, varían considerablemente pero puede en principio admitirse un promedio de 4,3 : 1,7 : 1,0 : 3,8 respectivamente. Suponiendo que el coste del transporte por tonelada-kilómetro fuese igual en todos esos materiales y que su peso por metro cúbico fuera también el mismo en todos ellos, resultaría que siendo la masa de piedra o materia caliza, la mas considerable en la fabricación, el emplazamiento mas económico sería para la fábrica el que se hallara lo mas cerca posible del yacimiento u origen de aquel material. Si los materiales calizos y arcillosos se hallan cerca unos de otros, o bien si lo que se emplea es "piedra de cemento" se aumentan aún los motivos para emplazar la fábrica cerca de las canteras.

De otro lado, la ventaja de poder tener la fábrica cercana a los mercados compensa frecuentemente esas ventajas. El coste de la distribución del cemento suele ser mayor que el coste del transporte de las primeras materias. Con la fábrica situada cerca del mercado el cemento solo tiene que ser acarreado una vez y la distribución se hace en gran parte por carretera y camiones. En cambio cuando la fábrica se halla junto a las canteras, el producto acabado tiene casi siempre que ser acarreado por lo menos dos veces antes de que pueda llegar a manos del consumidor. El punto de ser mas o menos barata la energía eléctrica en las poblaciones suele ser digno también de atención.

En los Estados Unidos existe cierta tendencia a montar las fábricas cerca de los puntos de mercado, y trasladar a ellas las primeras materias necesarias, sobre todo cuando la caliza puede ser transportada por vía acuática; así ocurre por ejemplo en las recién construídas fábricas de Detroit junto al lago Michigan y de Buffalo junto al lago Erié. La caliza usada en esas fábricas consiste en los residuos del tamizado del fundente empleado en los hornos altos; es transportada por los lagos en vapores que se vacían automáticamente; en el caso de la fábrica de Buffalo, la distancia es de mas de 650 kms.

En el Reino Unido existe un buen ejemplo de la influencia de los mercados sobre el punto de emplazamiento de las fábricas. En dicho caso, al N.W. del territorio hay dos mercados diferentes que considerar, y son: el mercado local y el mercado de exportación. El punto donde se halla la fábrica es una orilla que permite el atraque de buques de alta mar y se encuentra además a mitad de distancia entre las canteras de caliza y del mercado local; el resultado es que la totalidad de los gastos que integran el coste es mas baja de lo que habría sido en conjunto, si la fábrica se hubiese erigido junto a la cantera de caliza.

Extracción de las primeras materias.—En los Estados Unidos la mayoría de las primeras materias duras se extraen en canteras a cielo abierto, mientras que, en el Reino Unido, donde la mayor parte de los materiales son de naturaleza blanda, solo rara vez se opera en cantera abierta.

Manto de tierras.—Cuando tiene que ser separado el manto de tierras, los aparatos o herramientas a emplear en tal operación dependen de las condiciones locales. Cuando dicho manto se halla sobre una superficie irregular y de profundidad desigual o contiene piedra suelta suele ser empleada una pala mecánica, usando vagonetas y locomotoras para retirar del montón el material arrancado.

Otro aparato eficaz que excava el material y lo conduce al montón depositándolo allí sin necesidad de un segundo elemento de transporte es un tractor y un equipo de excavadores, construido por la casa "Tractor Trade Ltd." y está representado en la fig. 1 (pág. 412). Consta de un tractor con motor de bencina montado sobre ruedas de oruga seguido de varios excavadores formando tren. Cuando los excavadores pasan por encima del terreno que hay que arrancar, el borde cortante de la cuchara se pone en contacto con el suelo y su movimiento de avance hace que la tierra vaya entrando en la cuchara hasta que cada excavador está lleno. Cuando todos los excavadores están llenos, son remolcados hasta la escombrera vertiendo allí su contenido, después de lo cual el equipo regresa para recoger una nueva carga. Este ciclo de operaciones se realiza sin interrupción; bastan para el trabajo un hombre en el tractor y otro para vigilar detrás de los tres o cuatro excavadores.

Voladuras y barrenos.—En los tres países es práctica general para la extracción en cantera de la piedra dura destinada a la industria del cemento, volar todo un frente de cantera, en lugar de ir haciendo voladuras pequeñas. Antiguamente, cuando los barrenos se hacían valiéndose del vapor o del aire comprimido no resultaba económicamente posible perforar los barrenos a profundidades mayores de unos 6 metros, pero con los aparatos modernos accionados por motores eléctricos o de gasolina, la perforación de barrenos hasta 24 m. resulta económica y bastante usual.

El método de extraer piedra dura por medio de grandes voladuras ofrece muchas ventajas sobre el sistema de pequeños barrenos. En el primero solo hay que mantener horizontal un plano; el coste de explosivo es inferior; el peligro también, y se reducen a un mínimo las pérdidas de tiempo del personal, siendo mucho menos costoso el acarreo de los materiales de lo que resulta con el método de pequeños barrenos. Según aquel método los orificios, se perforan a una distancia de 60 a 90 cm. por debajo del plano de la cantera y según la estratificación de la roca se hacen a distancias que varían de 2,70 m. a 6,0 m. Cuando la roca presenta capas de poco espesor, los barrenos se abren a mayor distancia unos de otros pues se necesita menor cantidad de explosivo por cada tonelada de piedra arrancada; e inversamente, cuando la piedra forma capas gruesas, los barrenos se abren a menor distancia unos de otros. La finalidad propuesta es trocar la piedra en tamaños convenientes para su extracción con la pala mecánica y para que puedan ser directamente llevados a las trituradoras sin necesidad de hacer nuevos barrenos secundarios para romper con explosivo los trozos demasiado grandes ya que esto último resulta un sistema mas costoso. Al hacer las voladuras, es muchas veces necesario respetar un machón o banco en el frente, de manera que la piedra pueda ser desmenuzada sin ser echada a bajo inmediatamente.

En los Estados Unidos es corriente perforar barrenos con taladros de 143 mm. para obtener orificios de un diámetro útil de 127 mm. en los que se introducen cartuchos de dinamita de 127 mm. por 406 mm., siendo el promedio

de piedra arrancada de 50 toneladas por metro lineal de barreno perforado (para piedra de unos 3000 kgs. por metro cúbico). El uso de la fuerza eléctrica en las perforadoras va siendo general; a base de motores de anillos rozantes y velocidad variable la electricidad da una facilidad de regulación de la velocidad difícilmente obtenible con un motor de bencina. La velocidad de perforación es generalmente de 1,50 m. a 2,40 m. por hora. La relación entre las toneladas de piedra arrancada y los kg. de explosivo varia de 5,5 toneladas por kg. a 13 toneladas por kg. con un promedio de 7,7 t. por kg.

Varios explosivos gelatinosos y granulados se usan en las canteras de caliza. El explosivo gelatinoso corrientemente usado es la dinamita con dosificaciones del 30 al 60% en la parte alta y del 40 al 75% en la parte baja de las perforaciones. En una cantera del Tennessee se usa la dinamita con una carga del 75% de gelatina en el fondo. En una fábrica del Ohio en que se encuentra agua en el fondo de los barrenos, se emplea dinamita con 40% de gelatina; en una cantera del Alabama los barrenos se abren a 3,60 m. unos de otros se les carga con gelatina al 75% en el fondo y al 60% en la parte alta. Las cargas se hacen detonar sea por medio de la electricidad sea con mechas de seguridad.

La operación secundaria de barrenar los trozos de roca demasiado grandes para que puedan directamente ser enviados a las trituradoras primarias se lleva a cabo generalmente con barrenas montadas en martillos de aire comprimido, rompiendo luego la piedra con pequeñas cargas de dinamita. Si la roca se halla formando capas deigadas que no excedan de 20 a 25 cm. de espesor se puede usar también otro método consistente en golpear con una bola de 55 cm. de diámetro y de unos 700 kgs. de peso, que se cuelga de la punta de una pala mecánica.

Del gasto o coste total en la cantera, la perforación absorbe alrededor de un 10% y el explosivo un 15% aproximadamente.

La perforadora moderna tiene bastidores de acero, de sección acanalada, es accionada por un motor eléctrico de velocidad variable, ruedas posteriores con mecanismo de tracción, del tipo de oruga, y ruedas delanteras de igual tipo. La fig. 2 (pág. 413) representa una perforadora de este tipo.

En la mayor parte de las canteras de greda, marga y arcilla, del Reino Unido la altura del frente está limitada por la altura a que puede trabajar bien la pala mecánica, puesto que tales materiales son excavados directamente por ella. No resultaría económico dar mas altura al frente pues esto obligaría a una segunda remoción de los materiales no alcanzados directamente por la pala. Suele bastar un hombre para recoger el material echado abajo pero no recogido por cada pala.

Minas.—La práctica de las minas de caliza tal como se realiza en los Estados Unidos se aprecia en el ejemplo de la mina West Penn. El yacimiento tiene una capa de caliza de 12 a 14 m., sigue luego una capa de arcilla refractaria, una veta de carbón de algo mas de 1 metro de espesor, 4,50 metros de pizarra arcillosa y luego una capa de caliza de 6,70 a 7,60 m. de espesor, situada casi paralela a la superficie.

La mina consiste en túneles de 7,65 m. de anchura con ensanchamientos abiertos alternativamente a uno y otro lado, a unos 18 m. de distancia de centro a centro. Estos ensanchamientos o cavidades tienen unos 10,70 m. de anchura por un promedio de unos 6,10 m. de altura y las columnas son de unos 7,60 m. de anchura. La perforación se hace con barrenos de martillo montados sobre tripodes y por el método de apoyo sobre el pecho empleando barrenas de acero hueco de 32 mm. de diametro; con un juego de seis piezas se perforará un promedio de tres barrenos de 3,65 m. a una velocidad media de 1,52 m. por minuto.

Palas mecánicas.—El uso de palas mecánicas para cargar la piedra troceada en las vagonetas es casi general en todas partes. La fig. 3 (pág. 414) representa una pala excavadora Ruston-Bucyrus en una cantera de greda. Para limpiar de tierras el plano de la cantera se emplean en algunos sitios pequeñas palas mecánicas accionadas por aire comprimido de una capacidad de 0,2 m³ generalmente montadas sobre ruedas en lugar de ir sobre orugas.

Entre las palas mayores que se usan en los Estados Unidos se hallan la Marion, Bucyrus Erie, y como palas de menor tamaño para desmontar tierras, etc. hay la pala de aire comprimido Butler y la pala Erie; en el Reino Unido en cambio se usan palas Ruston Bucyrus, Arrol, y Ransome. En la fig. 4 (pág. 415) se vé una pala Marion.

Materias duras.—En la mayor parte de las fábricas modernas, especialmente en el Reino Unido en el caso de materiales duros, la trituradora primaria se dispone encima de la secundaria, de modo que los materiales vayan descendiendo en forma continua por la acción de su propio peso, con lo cual se reduce al mínimo la instalación de maquinaria elevadora y se obtiene en consecuencia un coste mas bajo de explotación. Desgraciadamente la trituradora primaria es una máquina mas pesada que la secundaria y requiere una sólida estructura para sostener su peso así como para resistir la trepidación que se produce cuando dicha trituradora se halla en funcionamiento; su coste mas bajo de explotación, compensa sin embargo generalmente tales desventajas. Como ejemplo de una instalación de trituradora proyectada por la casa Hadfields, Ltd., podemos mencionar la representada en la fig. 5 (pág. 416) donde se vé un volcador de vagones, rotatorio, en el piso superior, un tamiz y la trituradora primaria en el piso que sigue, los tamices y la trituradora secundaria en la planta baja y una cinta transportadora en el sótano.

Los métodos de descarga del contenido de vagones y vagonetas pueden ser divididos en dos categorías; la primera en que el vagón descarga desde una posición estacionaria y la segunda en que todo el vagón es movido a la vez, sea haciéndole girar, sea elevándolo. En la primera categoría están los métodos de descarga por el costado o por el fondo, o el de vagones volquetes, y en la segunda se halla el sistema del volcador rotatorio de vagones en el cual un vagón rígido, se introduce en un bastidor rotatorio cuyo movimiento de giro vuelca el vagón y vierte su contenido. Ejemplo de esta segunda categoría es el volcador Wellman representado en la figura 6 (pág. 417) y usado en una fábrica de cemento de la Florida; en él, un vagón entero de 50 toneladas entra y queda sujeto en un bastidor circular o cilíndrico que se hace rodar remontando un plano inclinado a 35°. La vía y las ruedas de los extremos del bastidor son de cremallera con el fin de evitar que un extremo del bastidor pueda rodar mas deprisa que el otro evitando así que el conjunto se salga de su alineación. Esta disposición fué estudiada para adaptarse a las condiciones locales ya que era imposible construir una tolva debajo del nivel del suelo ni hacer que la vía llegara por un nivel mas elevado. Se asegura que el ciclo completo de operaciones desde que el vagón entra en el bastidor hasta el momento de entrar el vagón siguiente dura tan solo 2 minutos 25 segundos.

Para volcar y verter el contenido de las vagonetas y vagones volquetes se emplea un gato o elevador hidráulico, o de fricción; la desventaja de usar para este trabajo un elevador accionado directamente por la electricidad estriba en la posibilidad de estropearse con los choques mecánicos inherentes a esta operación. En el Reino Unido la operación se efectúa generalmente por medio de un aparato hidráulico cuyo movimiento puede ser regulado o detenido en cualquier posición ya que este sistema es en algunos casos el único que permite graduar la alimentación de la trituradora. Es tambien usual prever algun

medio para dar la vuelta o para separar los trozos de piedra demasiado grandes de la boca de carga de la trituradora primaria que podrían obstruir la afluencia del material. Sea la que sea la forma de este mecanismo, su acción debe ser rápida y decisiva.

La trituradora primaria suele ser de tipo giratorio o de tipo de mandíbulas, pero también se usa la de rodillos en el caso en que sea aplicable. En los Estados Unidos suelen verse trituradoras McCully o Fairmount Allis Chalmers, Traylor, Buchanan y Farrel-Bacon, y en el Reino Unido las trituradoras Hadfield, Vickers-Armstrong, Goodwin y Fraser-Chalmers. La fig. 7 (pág. 418) representa una trituradora Vickers de mandíbula oscilante que descarga el material en trozos cúbicos de unos 57 mm. y es accionada por un motor de 150 C.V.

La trituradora de rodillo único se emplea como trituradora primaria en el caso en que se trate de piedra menos dura, tal como la piedra de cemento de Lehigh Valley. La fig. 8 (pág. 419) representa una trituradora primaria de rodillo único Penn-Lehigh.

Para separar el material de tamaño excesivo del material ya reducido a tamaño inferior al que sirve de tipo, a la salida de la trituradora primaria se emplean diversos dispositivos. El rodillo vivo "grizzly" empleado en algunas fábricas de cemento, consiste en un cierto número de cilindros o rodillos vivos (ordinariamente ocho) montados según un plano ligeramente inclinado sobre una caja de unos 122 cm. de longitud por unos 61 cm. de anchura abierta por arriba. El material triturado entra por el extremo de arriba y según su tamaño sea inferior o superior al establecido previamente como tipo, pasa entre los rodillos o bien por encima de ellos para salir por el otro extremo. Otra disposición que tiende a la misma finalidad consiste en una criba metálica giratoria con orificios adecuados, o en un tamiz inclinado que se hace vibrar sacudiéndolo eléctrica o mecánicamente. En comparación con el *grisslv*, los tamices o cribas giratorios o vibratorios tienen la ventaja de que pueden clasificar el material en más de dos tamaños. Pueden emplearse para separar el material fino que es conducido directamente a las tolvas de los molinos de crudo en lugar de ser llevado al punto de almacenaje junto con el material grueso. Este método es inadecuado cuando el material contiene mucha agua o bien es de índole arcilloso pero se disminuye el inconveniente del polvo haciendo recorrer un circuito cerrado al material fino en tanto que el material más grueso es extraído por la parte baja del almacén de reserva con lo cual dicho material correrá más regularmente a través de las aberturas por donde pasa a la cinta extractora, de lo que lo podría hacer si fuera mezclado con la fracción fina.

(Continuará.)

Fusion de casas alemanas.

La casa Fried. Krupp-Grusonwerk, de Magdeburgo y la casa Andreas Maschinenbau G.m.b.H., de Münster, especialistas ambas, desde hace muchos años en la construcción de maquinaria para las fábricas de cemento, han llegado a un acuerdo con relación a esta rama de sus actividades. La casa Krupp Grusonwerk se encargará de toda la sección de maquinaria para el cemento, de la casa Andreas, y M. Andreas actuará de asesor técnico de la casa Krupp Grusonwerk.